

## Tartalom

ELŐSZÓ .....	3
Ujfaludi László: Franklin Benjámín környezettudatos tevékenysége .....	5
Vida József: Természettudományos varázsterem az egri líceumban .....	17
Misik Tamás–Kárász Imre: A környezeti orientáció vizsgálata Debrecenben a szelektív hulladékgyűjtés tükrében .....	29
Dobos Anna: Éghajlatváltozások bizonyítékai a Bükkalján geológiai feltárások alapján .....	47
Kárász Imre: A cserjeszint fiziognómiai struktúrájának változása a síkfőkúti tölgyesben 1972 és 1997 között .....	71
Imre Kárász: Root-system of <i>Crataegus monogyna</i> L. in oak forest of Síkfőkút .....	79
Cs. Csutoras–A. Kiss: Investigation of the interaction of pesticides with different soil samples .....	89
Rácz László–B. Tóth Szabolcs–Rácz József: A $Mn^{2+}$ -ion hatásának vizsgálata a termesztett csiperkegomba komposztjában .....	97
Zoltán Murányi–Vince Oldal: Spectrophotometric Determination of Free and Labile Iron(II) Concentration in White and Red Wines ...	109

## ELŐSZÓ

Intézményünk több mint negyven éves tudományos kiadványának (Acta Academiae Paedagogicae Agriensis) történetében első alkalommal jelenik meg annak környezettudományi füzetek, a *Tanulmányok a környezettudomány területéről* (Sectio Pericemonologica). Előzménye, hogy 2005-ben a fizika, a kémia és a környezettudományi tanszékek közös kezdeményezésére az EKF Főiskolai Tanácsa megalapította a Környezettani Intézetet, azzal a céllal, hogy – igazodva a képzés és a tudományos kutatások 21. századi kihívásaihoz – erősödjön a diszciplínák közötti együttműködés és legyen meg a szervezeti kerete a hatékonyabb és gazdaságosabb oktatási és kutatási tevékenységnek.

Az **Acta Pericemonologica** formailag igazodik a néhány éve bevezetett Acta füzetekhez, amelyek az egy-egy tudományterületen született kutatási eredményeket teszik közzé. Ebben a füzetben a környezettani tudományos eredmények kaptak helyet. A környezettan multidiszciplináris jellegéből fakadóan a kötet cikkeinek témái is változatosak. Első látásra fizikai, kémiai, ökológiai, geológiai és természettudomány történeti írásoknak tűnnek, amelyeket azonban összekapcsol a környezettudományi szemlélet. Valamennyi, az élőlények és környezetük közötti hatásokat vizsgálja, bár különböző tér és idő léptékben. Így kerülhet egy kötetbe a mai értelemben számos környezettani találmányt felfedező Franklin Benjáminra emlékező tanulmány a bor vastartalmának elemzésével vagy az erdő hosszú távú strukturális változásának nyomon követése a csiperkegomba termesztés speciális kérdéseivel. Így fér meg egymás mellett a régmúlt korok időjárására utaló geomorfológiai képződmények vallatása a Debrecen lakosságának környezeti orientációját firtató felméréssel és az emberek természettudományos szemléletét és környezettudatos gondolkodását pozitívan befolyásolni igyekvő „természettudományos varázstorony” bemutatásával.

Az Acta Pericemonologica első kötetében a Környezettani Intézet oktatóinak és kutatóinak a cikkei olvashatóak. Tervünk szerint ezentúl minden évben megjelenik egy-egy kötete és helyet kapnak benne a hazai és külföldi társintézmények kutatóinak tanulmányai is. Célunk, hogy egyre több eredmény angol nyelven jelenjen meg benne. Valamennyi cikket külső lektorok véleményeznek, ami feltétele annak, hogy kiadványunk néhány éven belül

referált folyóirattá váljon. A nyomtatott változat korlátozott példányban jelenik meg, ezért a kötetet elektronikusan is közzé tesszük a főiskola honlapján. Bízunk abban, hogy folyóiratunk színvonalas fóruma lesz a környezettudomány területén kutatóknak és oktatóknak.

Eger, 2006. december 3.

Ujfaludi László  
szerkesztő

Kárász Imre  
intézet igazgató

## Franklin Benjámín környezettudatos tevékenysége

Ujfaludi László

Fizika Tanszék

**Abstract:** Benjamin Franklin was born in 1707; as an occasion of his 300<sup>th</sup> anniversary this article attempts to prove he had an excellence in many different areas, he was a scientist, a printer, an inventor, a statesman and a diplomat. It is not so well known that he was a pioneer in environmental awareness. He made efforts to preserve the clean urban environment in Philadelphia, first mapped the Gulf-stream and recognised a relationship between volcanic eruptions and climate changes.

Az idén 300 éve, 1706-ban született Franklin Benjámín nyomdász, természettudós, feltaláló, a modern környezettudatos gondolkodás megteremtője, államférfi, az amerikai alapító honatyák egyike, igazi *uomo universalis*, a reneszánsz embereszmény megtestesítője. Az utókor hálátlansága, hogy a nagy emberek nagyságát csak egy dologban hajlandó elismerni, így Franklin a köztudatban általában csak úgy szerepel, mint a villámhárító feltalálója. (Kisiskolás koromban – természetrajz tanárom elbeszélése nyomán – magyar embernek gondoltam, hiszen mindenki csak Franklin Benjámín néven emlegette, hasonlóan a nagy francia ifjúsági íróhoz, aki akkor még nem Zsül Vörn volt, hanem egyszerűen csak Verne Gyula, korosztályom kedvence.)

Hosszú életének történelmi háttere a felvilágosodás korszaka, a fény százada, amikor Descartes és a nagy francia gondolkodók nyomán végérvényesen a józan ész, a ráció veszi át a hatalmat a vallási dogma felett; ez a kor bölcsője egész modern világképünknek, amely egyes-egyedül a tudomány állításait és kritikai kételyét ismeri el tekintélynek. Ekkor fedezi fel Winckelmann a világ számára a klasszikus görög kultúrát, ekkor vezeti vissza Rousseau a „túlcivilizált” embert a természet ölére, ekkor írja – a klasszicizmus szellemében – örök érvényű, nagy műveit Goethe és Schiller, ekkor születnek Kant nagy hatású filozófiai építményei. A történelem színpadán ugyanekkor olyan, új korszakot nyitó események játszódnak le, mint az amerikai függetlenségi háború és a francia forradalom.





1. ábra: Franklin arcképe  
(Jean-Baptiste Greuze festménye, 1778)

Amerikában – az indián kultúra romjain – felnőtt egy nemzet, amely azonban még nem nőtte ki gyermekcipőjét, nem volt még irodalma, művészete, tudománya, sőt történelme sem. *Henry Adams* „*American ideals*” című könyvében a következőket írja közvetlenül a függetlenségi háború előtt ott uralkodó viszonyokról:

*„Majdnem minden idegen utazó, aki meglátogatta az Egyesült Államokat ezen korai időszakában, komor, sőt néha szomorú impressziókat vitt magával. Ezer és ezer mérföldnyi néptelen és kietlen erdőség, csak itt-ott egy-egy település. A tengerparton néhány virágzó város, amelyek kizárólag kereskedelemmel foglalkoztak; a művészetek teljes hiánya, egy kis provinciális irodalom, a néger rabszolgaság rákos betegsége, a politikai elméletek sokasága, amelyeket a geográfiai határok még csak felerősítettek. Vajon milyen más sors vár egy ilyen országra, mint hogy megismételje az erőszak és brutalitás történeteit, amit a világ már kívülről ismert, miután évezredek ismétlődései kifárasztották és beteggé tették az emberiséget. Egyetlen ésszel bíró ember sem hihetett annak bizonyosságában, hogy valaha is egyetlen kormány át tudja fogni az egészet. És ha az elkülönülés napja elérkezik és Amerikának meglesz a maga Oroszországa, Ausztriája és Olaszországa, mint ahogy már megvan Angliája, Franciaországa és Spanyolországa, vajon mi következhet más, mint a visszatérés a helyi féltékenységek, háborúk, korrupciók ősi állapotához, amely Európát eddig is vágóhíddá változtatta.”*

Hogy ez a komor jövőkép nem valósult meg és az Egyesült Államok egy évszázad alatt a világ vezető hatalma lett, az Franklin és egy sor hozzá hasonló, nagy formátumú személyiség múlhatatlan érdeme.

### **Fiatal évei**

Franklin 9 éves koráig járt iskolába, ettől kezdve autodidakta módon képezte magát, mondhatni, egészen a halála napjáig. A nyomdász mesterség erre különösen jó lehetőséget adott, hiszen abban az időben a nyomdászok a szó szoros értelmében betűről betűre szedték ki a nyomtatandó szövegek oldalait. A korai magára utaltság hamar önállóvá tette mind egzisztenciális, mind szellemi értelemben, ő az amerikai „*self made man*” őstípusa és első jelentős képviselője. Életvitelét szigorú racionális elvek határozták meg, amit életrajzírói puritán őseinek tulajdonítanak. Tizennégy éves korában abbahagyja a templomba járást, hogy vasárnap délelőtti az önképzésnek szentelhesse – hozzá kell rögtön tennünk, hogy sohasem lett ateista. Inasévei alatt – társaitól eltérően – hamarosan felhagy az ebéd utáni sörözésekkel, aminek – önéletírása szerint – kettős hasznát látja: szelleme nem tompul el és több pénze marad könyvekre. Hasonló okból lesz 16 évesen vegetáriánus.

Minden megnyilvánulásában közéleti ember, aki tevékenységét a nyilvánosság előtt végzi, a közösséggel és a közösségért dolgozik. Az 1830-as philadelphiai tűzvész után tűzoltóságot szervez és nem sokkal később megszervezi az első tűzbiztosító társaságot is (ne felejtjük, hogy ekkor még csak 24 éves!). Egy évvel később megalapítja az ország első kölcsönkönyvtárát. Bár ő maga csak néhány évig járt iskolába, mégis az (Európához képest) elmaradott amerikai tömegek tanítómesterévé vált előbb életbölcsségben, majd később a természettudományban és a politikában is. Az évtizedeken át általa írt és kiadott Poor Richard's Almanack (Szegény Richárd évkönyve) százezrek számára lett a bölcsség kincsestára. Számos aforizmája szállóigévé lett – nemcsak Amerikában; néhány példa: „*Ne felejtsd el: az idő pénz!*” (Tanácsok egy fiatal kereskedő számára.) „*Türelemmel és szorgalommal mindent elérhetsz, amit csak akarsz.*” Egy divatossá vált rigmus a helyes életmódról:

*„Early to bed and early to rise,  
Makes a man healthy, wealthy and wise.”*

Ez nagyjából megfelel a mi „*Ki korán kel, aranyat lel*” aforizmánknak, de annál tágabb értelmű, szabad fordításban így hangzik: „*Ki korán fekszik és korán kel, az lehet egészséges, gazdag és bölcs.*” Végül egy emelkedett hangvételű verses aforizma a papi hivatásról (ugyanaz bizonyára elmondható a tanári hivatásról is):

*„The painful preacher, like a candle bright,  
Consumes himself in giving others light.”*

Vagyis: „Az áldozatkész prédikátor olyan, mint a gyertya: feláldozza magát, hogy másoknak világosságot gyűjtson.”

A tiszta, egészséges városi környezet megóvása érdekében 1739-ben Philadelphiában mozgalmat szervez, amelynek célja *„a dokkok, utcák, mézsárszékek, cserzőműhelyek és a közterületek szennyezésének megszüntetése”*. A dolog hátteréhez tudnunk kell, hogy a mai amerikai megapoliszok akkoriban kisvárosok voltak: Bostonnak 20–25 000, Philadelphiának is körülbelül ugyanennyi, a legnagyobb New Yorknak is csak mintegy 60–70 000 lakosa volt és a közigazgatás, közterületfenn-tartás gyerekcipőben járt.

Az akkor benépesülő keleti partvidék lakói sokat szenvedtek a hideg telektől. A fűtés kezdetleges, rossz konstrukciójú kályhákkal történt, Franklin ezért 1741-ben egy új, igen jó hatásfokú kályhát tervezett, amelynek népszerűsítéséért mindent megtett. A kályhát gyártani kezdték és igen kedvelt lett Pennsylvániában; használatával rengeteg tüzelőanyagot megtakarítottak.



2. ábra: Az energiatakarékos kályha

### A villámhárító és előzményei

Az elektromossággal kapcsolatos kísérletek a 18. sz. közepe táján kezdtek divatba jönni. Akkorra az elektrosztatikus töltések keltésének módszerei Priestley, Gray, Dufay és mások munkássága nyomán kifinomultak és mikor Muschenbroek feltalálta a leydeni palackot, nagy mennyiségű töltés felhal-

mozása vált lehetővé. A beavatottak igen látványos kísérleti bemutatókat tartottak, amelyek a társasági élet jelentős eseményeivé váltak. Franklin 1743-ban, egy ilyen bemutató során Bostonban ismerkedett meg az elektromosságtani kísérletekkel. A látottakon fellelkesülve maga is kísérletezésbe akart kezdeni, ebben azonban családi és közéleti teendői egy időre akadályozták. Végül 1746-ban elkezdhetette régen áhított elektromos kutatásait. Közben kapcsolatba került Peter Collinsonnal, akitől Londonból hasznos tanácsokat és egy leydeni palackot kapott. (Később leveleiben igen részletesen beszámolt kutatásairól Collinsonnak, aki *Levelek az elektromosságról* címmel kiadta a teljes levelezést, majd ezt a nagy sikerű munkát több nyelvre lefordították.) Franklin 1747-ben naplójába az alábbi bejegyzést teszi:

*„Ami engem illet, eddigi életem során semmilyen tevékenység nem keltett bennem ekkora érdeklődést, semmi nem kötötte le ennyire figyelmet, mint ez (az elektromos kutatás) az utóbbi időben.”*

Fontos megjegyezni, hogy akkoriban az elektromos jelenségekre semmilyen elméleti magyarázat nem létezett, az elektromosságot valami megmagyarázhatatlan, titokzatos erőnek vélték. (Ez a bizarr, titokzatos jelleg csak növelte a dolog érdekességét a hozzá nem értők szemében, gondoljunk a debreceni Hatvani István professzor legendákkal övezett alakjára.) Franklin adott először elfogadható, a tapasztalatot helyesen értelmező magyarázatot (ma úgy mondanánk: elméleti modellt) az elektrosztatikus jelenségekre. Először használta az *elektromos töltés* fogalmát. Egyetlen töltésfajtát tételezett fel, az üveg dörzselektromosságára jellemző pozitív (+) töltést. Értelmezése szerint a semleges állapotú testekben közepes, a pozitívokban sok, a negatív állapotú testekben pedig igen kevés pozitív töltés van, vagyis a negatív töltés tulajdonképpen a pozitív töltés hiányát jelenti. Utólag ezt az elképzelést „egyfolyadékos elméletnek” vagy „egyfolyadékos modellnek” nevezték el.

Hosszas előtanulmányok és rengeteg (többnyire nagyszámú érdeklődő előtt végzett) kísérlet után 1752-ben kezdte villámokkal kapcsolatos vizsgálatait. Az elektromos szikrákkal végzett kísérletek nyomán addigra már sokan gyanították, hogy a villám és az elektromos kisülés ugyanaz a jelenség. A villámlás oka ismeretlen volt. A „hivatalos” egyházi értelmezés szerint villám akkor keletkezik, ha a *gonosz* nem engedelmeskedik az Úrnak, vagyis Isten büntetése, szembeszállni vele bűn. Az ellene való védekezés egyetlen módja a harangszó, amely elűzi a gonosz lelkeket. Ugyanakkor (utólag már világosan látott okból) a harangtornyok a villámcsapásnak leginkább kitett építmények voltak. Egyedül Németországban a 18. sz. második felében 33 év alatt 400 harangláb égett le és 120 harangozót sújtott halálra a villám.

Franklin a villám elektromos természetének bizonyítására a következő eljárást dolgozta ki. Egy magaslatra hegyes fém rudat helyezünk; az elektromos megosztás hatására a rúd a felhőével ellentétes töltésű lesz. Ez a töltés a rúdról a csúcshatás miatt leszivárog és így a rúd a felhővel azonos töltésűvé válik. A rudat földelt vezetékhez közelítve elektromos kisülést idézhetünk elő, vagy feltölthetünk egy leydeni palackot. Mivel háza közelében nem volt magaslat, vihar idején egy sárkányt bocsátott a magasba amelyre hegyes tűket erősített. A tűk a felhőről „leszívták” az elektromos töltést, amelyet az átnedvesedett zsinór jórészt levezetett a felszínre; a zsinór alsó szakaszára Franklin egy fémhuzalt csatolt, ennek végére egy kulcsot erősített. A fémhuzal és a kulcs segítségével elektromos szikrákat keltett és feltöltött egy leydeni palackot, ezzel bebizonyítva a villám elektromos természetét. Ezt a nevezetes kísérletét 1752. április 12-én hajtotta végre és eredményét azonnal a széles körű nyilvánosság elé tárta. Gyakorlatias észjárásával azonnal rájött, hogy kísérletének eredménye alapján a házak villámcsapás elleni védelmére hatékony eszközt – villámhárítót – lehet készíteni. Ehhez elegendő egy hegyes fém rudat a háztetőre rögzíteni, alsó végét pedig egy fémhuzalon keresztül leföldelni.



3. ábra: A sárkányos kísérlet egy korabeli ábrázoláson

A villámhárító ma már minden épület természetes tartozéka, Franklinnak azonban sok akadályt le kellett küzdenie az új eszköz bevezetése érdekében. Az egyház részéről megnyilvánuló ellenállás mellett ellenfelei még olyan érveket is felhoztak, hogy a villámhárító a csúcs hatás révén többletvillámokat gerjeszt, ezáltal növeli a villámcsapás veszélyét. (Ez egyrészt nem bizonyult helytállóknak, másrészt még ha így lenne is, az összes villámot tökéletesen hatástalanítja a földelés.) Az új eszköz népszerűsítése érdekében Franklin igen ügyes taktikát alkalmazott: széleskörű levelezést folytatott különböző országok tudósaival, természetbúváiraival és rövid időn belül igen sok hívet szerzett Amerikában és Európában, akik mind támogatták a villámhárító bevezetését. Másrészt nem szabadalmaztatta az eszközt, hanem térítés nélkül lehetővé tette annak általános használatát, ezáltal tetemes jövedelemről önként lemondva. (Hasonlóan nemes gesztus volt később Sir Humphrey Davy részéről, amikor a bányászok életmentő lámpájának szabadalmi jogáról lemondott.)

Érdekes epizódja a villámhárító bevezetése körüli huzavonának egy franciaországi per. Saint-Omer városkában egy de Vissery nevű úr villámhárítót szereltetett a házára, ettől szomszédjai úgy megijedtek, hogy beperelték. Az ügy évekig húzódott és nagy port kavart; érdekessége, hogy a villámhárító védelmében fellépett egy fiatal ügyvéd: Maximilien Robespierre, akinek hírneve ezzel az ügygel kezdődött. További érdekesség, hogy a felperesek szakértője Jean Paul Marat volt, aki ellenezte a villámhárítót. Végül de Vissery – Robespierre hatékony közreműködésével – megnyerte a pert.

Franklin elektromosságtani kutatásai során briliáns módszertani megoldásai mellett a tudományos kapcsolatteremtésre és az együttműködésre is példát mutatott. Kísérleteit széleskörű nyilvánosság előtt mutatta be, emellett kiterjedt levelezést folytatott francia, angol és olasz tudósokkal. Elektromosságtani kutatásaiért 1753-ban elnyerte a londoni Royal Society aranyérmét; nem sokkal ezután a Harvard Egyetem és a Yale Egyetem díszdoktori címet adományozott neki.

Elektromosságtani kutatásai, és elsősorban a villámhárító világhírnevet szerzett Franklinnak. A villámhárító az épített emberi környezet védelmének hatékony eszközévé vált és azóta is felbecsülhetetlen értékeket óv meg a pusztulástól. Az a hét esztendő, amelyet az elektromosságnak szentelt, életének csak egy epizódja (bár igen termékeny epizódja) volt. Ezután érdeklődése a politika és a közéleti tevékenység felé fordult, de még akkor is született néhány igen jelentős és termékeny gondolata, amely a természettudománynak később igen nagy hasznára vált. Elektromosságtani munkásságának végén, annak mintegy záróakkordjaként búcsúvacsorát ad; erről Simonyi Károly A fizika kultúrtörténetében az alábbi beszámolót adja:

*„Franklin már az eljövendő villamos korszak vízióját vetíti kortársai elé, amikor tudós baráti körét egy búcsúvacsorára hívja meg. Vacsora előtt a folyó túlsó partjára helyezett alkoholos égőt villamos szikra segítségével gyújtják meg. Az ünnepi vacsora pulykáját áramütéssel ölik le, villanyozott pezsgőspoharakból isznak a világ híres elektrikusi egészségére az elektromos battéria kisülésének durrogása közepette.”*

Az elektromosságtan történetében Franklin munkássága egyúttal az ún. kvalitatív korszak lezárása volt, ezt a „mérő elektrosztatika” időszaka követi: Coulomb, Cavendish és mások munkássága. Az említett „egyfolyadékos modell” a „kétfolyadékos modell” (pozitív és negatív elektromosság feltételezése) váltotta fel, amely alkalmasabbnak bizonyult a jelenségek matematikai leírására.

## **Óceanográfia és klimatológia**

Politikusi-államférfiúi tevékenységének időszakában (ennek néhány kiemelkedő eseményét a táblázatos életrajzban foglaltuk össze) két legfontosabb természettudományos eredménye a Golf-áramlattal és a vulkánok éghajlati hatásával kapcsolatos.

A pennsylvaniai nemzetgyűlés képviselőjeként sokat utazott hajón Amerika és Európa között. Feltűnt neki a két útírány közötti jelentős sebességkülönbség. Tanulmányozni kezdte a korábbi hajónaplókat, ahol utalásokat talált arra, hogy létezik egy meleg áramlat, amely a Mexikói-öböltől indul és Európa irányában átszeli az Atlanti-óceán medencéjét. Későbbi útjain saját készítésű alkoholos hőmérővel méréseket végzett a meleg áramlás kiterjedésének felkutatására és 1765-ben feltérképezte azt. (Természetesen – figyelembe véve az akkori technikai lehetőségeket – csak egy hozzávetőleges térképet készíthetett, a Golf-áramlat pontos térképét csak műholdfelvételek alapján lehetett felvenni a 20. sz. végén.)

1783-ban az egész északi félteke igen hideg nyarat élt át. Franklin, aki ekkor már évek óta párizsi követ volt, így ír az eseményről naplójában:

*„1783 nyarán állandó köd volt Európában és Észak-Amerikában. A föld felszíne csaknem fagyos volt, sok helyen a hó sem olvadt el. Az okok bizonytalanok. Talán az izlandi Hekla vulkán kitörése juttatott a levegőbe sok füstöt, amely a szelekkel messzire eljutott...”*

A bizonytalan fogalmazás ellenére ma már tudjuk, hogy Franklin ezúttal is fején találta a szöveget. A modern klimatológia egyértelműen bebizonyította, hogy a vulkánkitörések alkalmával a légkörbe került nagymennyiségű aeroszol a napsugárzást leárnyékolja és jelentős felszíni lehűlést okozhat. Akkor még nem volt ismeretes, de ma már tudjuk, hogy ugyanabban az évben Japánban is kitört az Asama vulkán; ez a történelem egyik legnagyobb

vulkánkitörése volt. A két természeti katasztrófa egybeesése okozhatta az északi félteke szélsőségesen hideg nyarát. Fontos hangsúlyoznunk, hogy az éghajlatban történetében Franklin volt az első, aki a vulkánkitörések éghajlatmódosító hatását felismerte.

1783 hideg nyarát még további hideg nyarak követték, egészen 1789-ig. Ezekben az években igen rossz volt a termés Franciaországban, az ezzel járó élelmiszerhiány egyes történészek szerint hozzájárulhatott az általános elégedetlenség növekedéséhez és végül a forradalom kitöréséhez is.

### A nyári időszámítás korai előfutára

Párizsi követségének utolsó évében (1784-ben), mikor Franklint már időskori betegségek gyötörték és állandó otthonlétre volt készítetve, fontos tanulmányt tett közzé a *Journal de Paris* áprilisi számában. Korán kelő ember lévén rosszul szentelt a párizsiak éjszakázó életmódját, amely késő délelőtti felkeléssel járt és szerinte rendkívül energiapazarló volt. A sok éjszakázás miatt rengeteg gyertyát és lámpaolajat használtak. A cikkben részletes számítást közöl, amely szerint – figyelembe véve a naplemente utáni órák számát, a gyertya és az olaj mennyiségét és azok árát – az akkori 100 ezer párizsi családra számítva ez az életforma 96 millió livre évi többletkiadást jelentett. Ezt az óriási összeget lehetne megtakarítani, ha a párizsiak követnék az ő útmutatásait, amelyeket a tanulmány végén részletesen leír. A főbb intézkedések között említi a zsalugáteres ablakok megadóztatását (mivel azok nem engedik be a napfényt) és a gyertyafogyasztás korlátozását. További javaslata, hogy napkeltekor harang- és ágyúszó figyelmeztesse a párizsiakat, hogy ideje felkelniük. Szerencsére Franklin tudta, hogy ezeket a drákói intézkedéseket nem lehet komoly hangnemben közölni, ezért – bár ő kétségkívül komolyan gondolta – a tanulmányt a korábban évtizedeken át általa kiadott *Poor Richard's Almanack* kissé bohókás stílusában írta. Így aztán a párizsiak valószínűleg jókat derültek a cikk olvastán és senki nem vette komolyan. Hogy a leírtak aktualitását mégis sokan megértették, bizonyítani látszik az a tény, hogy egy évvel később a tanulmányt újra kiadták.

Akkoriban Franklin elképzeléseiből semmi nem valósulhatott meg, mégis hasznos lépés volt, első csírája annak a világméretű mozgalomnak, amely másfél századdal később valósult meg: a nyári időszámítás bevezetésének. Ezzel ma világszerte jelentős fosszilis tüzelőanyag megtakarítást érnek el.



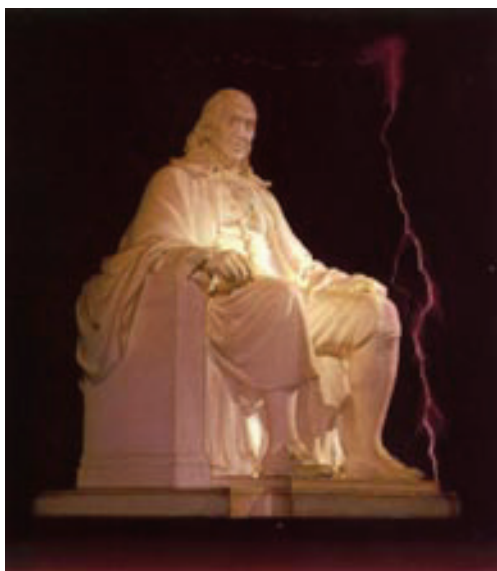
## Epilógus

Utolsó éveiben egészsége tovább romlik. Egyre romló látásának javítására elkészíti az első bifokális szemüveget talán nem is sejtve, hogy ezzel a szemüvegekészítésben is új korszakot nyit. Mint az alapító atyák egyike, 1787-ben aláírja az Egyesült Államok alkotmányát. 1789-ben, a halála előtti évben kiáltványt ír, amelyben követeli a rabszolgaság eltörlését.

1790. április 17. halála napja. Philadelphiában 20 ezer gyászoló kíséri utolsó útjára. Sírfelirata, amelyet maga írt, így hangzik:

*„Itt nyugszik Franklin Benjámín könyvnyomdász teste, hasonlóan egy régi könyv fedeléhez, amelynek belső tartalmát kivették, feliratát és aranyozását letörölték. És ez a test férgek eledele lett. Maga a mű azonban nem vész el, hanem új, ragyogó kiadásban jelenik majd meg, a Teremtő által átnézve és tökéletesítve.”*

Példaképei Jézus Krisztus és Szókratész voltak, akiknek példáját élete minden pillanatában megpróbálta követni. Így vált maga is példaképpé: a tudós, a feltaláló, az államférfi, a környezettudatos ember, de mindenek fölött az *ember* példaképévé.



4. ábra: Franklin márványszobra

**Rövid életrajz**

1706. január 17. Franklin Benjámín megszületik Bostonban.
1715. Utolsó hivatalos iskolai éve.
1718. Nyomdászinas James bátyjánál.
1723. Abbahagyja a nyomdászinaságot és New Yorkban, majd Philadelphiában nyomdászként dolgozik.
1724. Ide-oda utazgat Boston és Philadelphia között, majd Londonba megy, ahol különböző nyomdákban dolgozik. Színházba, kávéházba jár, sokat olvas.
1726. Visszatér Philadelphiába, ahol rövidesen ismét nyomdászként dolgozik, majd fiatal emberek számára önképző társaságot alapít.
1728. Üzlettársával saját nyomdaüzemet létesít.
1730. Pennsylvania állam hivatalos nyomdászává nevezik ki.  
Tűzvész Philadelphiában – ennek nyomán tűzvédelmi programot kezdeményez.
1731. Megalapítja az ország első kölcsönkönyvtárát.
1732. A később igen népszerű „*Poor Richard's Almanack*” (*Szegény Richárd évkönyve*) első kiadása megjelenik.
1736. Pennsylvania nemzetgyűlési képviselője. Megszervezi az Egyesült Tűzvédelmi Társaságot. Röpiratot tesz köze, amelyben az indiánokkal való békés együttélést szorgalmazza.
1739. Philadelphiában környezetvédelmi mozgalmat szervez a dombok és a közterületek szennyezésének megszüntetésére.
1741. Feltalálja és népszerűsíti a Franklin-kályhát.
1743. Részt vesz Archibald Spencer bostoni természetfilozófiai előadásain, ahol az akkor divatba jött elektromos kísérletekkel is megismerkedik. Tanulmányt tesz közzé *Javaslat a hasznos tudományok előmozdítására* címmel.
1746. Elkezdi saját elektromosságtani kísérleteit, majd ezekkel kapcsolatban felveszi a kapcsolatot a londoni Peter Collinsonnal, akinek leveleiben beszámol kísérleti eredményeiről.
1751. Peter Collinson Londonban *Levelek az elektromosságról* címmel kiadja Franklin leveleit.
1752. Végrehajtja híres sárkány-kísérletét, amely a villámhárító feltalálásához vezet. Elektromosságtani kutatásaiért elnyeri a londoni Royal Society aranyérmét.
1753. Elnyeri a Harvard és a Yale egyetem díszdoktori címét.
1754. Az Albany-i kongresszuson előterjeszti a gyarmatok uniójának javaslatát.
- 1757-62. Angliában tartózkodik, mint a Pennsylvaniai Nemzetgyűlés képviselője.
1762. Feltérképezi a gyarmatok postai útvonalait. Feltalálja a „*glass armonica*” (*üvegharmonika*) nevű hangszert, amely igen népszerű lesz.
- 1764-65. Feltérképezi a Golf-áramlatot.
- 1768-70. Gyarmati képviselő Georgiában, majd New Jersey-ben, majd Massachusettsben.
1775. Pennsylvania ügyvivője a 2. Kontinentális Kongresszuson.

1776. Tagja annak az öttagú bizottságnak, amely megfogalmazza a Függetlenségi Nyilatkozatot. A függetlenség kikiáltása után Párizsba megy, ahol a francia udvarnál az Egyesült Államok első követe.
1778. Aláírja a Franciaországgal kötött szövetségi szerződést.
- 1779-81. Az Angliával kötendő békeszerződés tárgyaló képviselője.
1783. Aláírják a békeszerződést (Versailles-i béke). Az izlandi Hekla vulkán kitörése; Európában és Amerikában rendkívül hideg nyár – Franklin felismeri a két esemény kapcsolatát.
1784. Az energiatakarékos életmód szorgalmazására tanulmánya jelenik meg Párizsban; ezzel megalapozza a későbbi nyári időszámítás elveit. Feltalálja a bifokális szemüveget.
1787. Aláírja az Egyesült Államok alkotmányát.
1789. Kiáltványt ír a rabszolgaság eltörlésére.
1790. április 17. Meghal Philadelphiában. 20 000 gyászoló kíséri utolsó útjára.

## Természettudományos varázsterem az egri líceumban

Vida József

Fizika Tanszék

**Abstract:** A new interactive science centre opened in April, 2006 in the tower of Eszterhazy College central building (Lyceum) of Eger. The new centre (named Magic Hall), the third in this type in Hungary, serves as a multi-purpose scientific institution, equipped with „do it yourself” experiments, glass boxes with exhibition of historic physical instruments and computer animations. The objective of the new Magic Hall (together with the old Astronomy Museum and Periscope) is to increase the declining popularity of natural sciences.

Új színfolttal gazdagodott a Líceum tornyának program-kínálata. A toronyépületben eddig is működő Csillagászati Múzeum, Camera obscura (periszkóp) és Líceumtörténeti Múzeum mellett 2006. április 25-én megnyílt a világon ma már sok helyen is működő „*Hand'-on science*” múzeumok mintájára a **Természettudományos Varázsterem**. Mindezen látványosságok összefoglaló neve **Varázstorony** lett.

Manapság a természettudományos gondolkodás, műveltség értéke devalválódni látszik. Az utóbbi évek nemzetközi és hazai felmérései azt mutatják, hogy az általános iskolában a tantárgyak kedveltségi szintjének (attitűdszintjének) sorában a természettudományos tantárgyak a korábbi időszakokhoz viszonyítva hátrább kerültek. A mérések arra is rámutatnak, hogy a kémia és a fizika tantárgyak attitűdszintje a középiskolában még tovább csökken. Az egyetemeken, főiskolákon egyre kisebb érdeklődés mutatkozik azon pályák iránt, amelyeknek e két tárgy az alapozója, és egyre kevesebben jelentkeznek kémia, ill. fizikatanári szakokra.

A természettudományos tantárgyaknak alapvető rendeltetésük: a világ megismerése (hozzájárulnak, hogy megértsük környezetünket, az ember helyét a természetben), kiemelkedő feladatuk van a lényeglátás készségének fejlesztésében, e miatt fontos szerepet kell kapniuk az iskolai oktatás-nevelés folyamatában.

A természettudományok körül kialakult válság nem kifejezetten hazai probléma. Európában több helyen és az Egyesült Államokban kormány szintű intézkedéseket is bevezettek. Erre utal a két példa.

Az Egyesült Királyság Oktatási és Szakképzési Minisztériuma 2002-ben az alábbi célokat tűzte tevékenységének zászlajára: növelni kell a tanulók érdeklődését a természettudományos tárgyak iránt, különösen a 10–15 éves korosztálynál; ösztönözni kell a szülők tudomány iránti érdeklődését, részben önmaguk érdekében, részben pedig, hogy jobban tudják gyermekeiket segíteni; erősíteni kell az iskolák, az ipar és a felsőoktatási intézmények közötti kapcsolatokat; vonzóbbá kell tenni a természettudományok, mindekenélőtt azok oktatása terén elérhető karrier-lehetőségeket; emelni kell a tudomány presztízsét a legkülönbébb tevékenységekkel és programokkal; meg kell ünnepelni a tudományos élet kiemelkedő eseményeit, hogy azok valóban modell értékét képviseljének. [TÉT attaséi beszámoló 2002: Bálint Vera (London).] (Az intézkedések között volt a fizikatanárok bérének megduplázása.)

Az amerikai elnök, George W. Bush 2006-os évértékelő beszédében kezdeményezi, hogy a szövetségi állam 50 milliárd dollárt költson a fizikai alapkutatások támogatására a következő tíz év során. A kormány által kezdeményezett programok között ott van a nanotechnológia, a szuperszámítógép-fejlesztés, illetve az alternatív energiaforrások feltárását és használatbavételét célzó kutatás. A célok elérését segíti az is, hogy a következő öt évben 70 ezer különlegesen felkészített matematika- és fizikatanárt bocsátanak ki. Ez arra utal, hogy Washington – legalábbis a természettudományok területén – komolyan veszi a képzés színvonalának folyamatos csökkenésére vonatkozó figyelmeztetéseket. [Forrás: Az amerikai elnök 2006-os évértékelő beszéde.]

Magyarországon az Eötvös Loránd Fizikai Társulat többször nyújtott be petíciót az oktatási tárcához a kialakult helyzet felülvizsgálatára, orvoslására. Nemrégben a Magyar Tudományos Akadémia is foglalkozott a természettudományok, és ezen belül a fizika közoktatásban betöltött szerepével, és a jövőre való tekintettel intézkedési tervet dolgozott ki, amit az oktatási tárca számára javaslati céllal nyújtott át. [Fizikai Szemle 2003/3]. Kormányzati intézkedés ez idáig nem történt.

A kialakult állapot tarthatatlanságával a szakmai körökön kívül a napi sajtó is foglalkozik, és egyre többen teszik fel a kérdést: mit kell, mit kellene tennünk e tantárgyak kedveltségének javításáért?

A tantárgyakat tanítók, a pedagógiában jártas szakemberek a népszerűség növelését többek között a tantárgyak érdekességének bemutatásában, megismertetésében látják. E tekintetben a természettudományos tantárgyak jó lehetőséget kínálnak: a fizika, a kémia, a biológia, a földrajz nagyon érde-

kes, sokszor csodálkozásra készítő, és a bennünket körülvevő világ dolgainak, jelenségeinek megértését nagymértékben segítő ismereteket közvetítenek. Az iskolákban a pénz-, időhiány és egyéb okok miatt kevés lehetőség kínálkozik a kísérletezésre, ami pedig nélkülözhetetlen a természettudományos érdeklődés felkeltéséhez és fenntartásához.

A tudomány széleskörű megértését a „kézzel fogható” kipróbálva tanulás nagyban elősegíti, mint ahogy a kisgyermek is ily módon, tapasztalva ismeri meg környezetét. A Természettudományos Varázsterembe ellátogatók érdekes, saját maguk által elvégezhető kísérleteken keresztül ismerkedhetnek meg alapvető, elsősorban fizikai jelenségekkel, tudományos „játékokat” játszhatnak. Számítógépen természeti jelenségek eredeti felvételeit, animációit futtathatják, de lehetőség nyílik az Interneten természettudományos csatornák, honlapok böngészésére is.

A Természettudományos Varázsterem létrehozásánál célul tűztük ki a természettudományok iránti érdeklődés felkeltését, elmélyítését; a természettudományok társadalmi presztízsének javítását; a hasznos szabadidő-töltés biztosítását; a tehetséggondozást és a közoktatás céljainak segítését; Eger turizmus-palettájának színesítését; foglalkoztatás biztosítását a működtetésben részt vevő főiskolai hallgatók számára.

A hazai és külföldi interaktív múzeumok, játszóházak működtetése – tapasztalataink szerint – a fent említett célok elérését teljes egészében nem szolgálja, azaz a természettudományok kedveltségének növeléséhez csak részben járulnak hozzá. A látogatók megismerkedhetnek, elvégezhetik az érdekes kísérleteket, részt vehetnek játékos programokban, de az élmény csak felszínes élmény marad, szórakoztató ugyan, ellenben a didaktikai cél, a jelenség megértése nem valósul meg. Hiába van ott a felirat a kísérleti eszközök mellett, azt általában nem olvassák el, így a résztvevők tevékenysége leginkább egy játszótéri, vagy vidámparki programhoz hasonlítható.

A Varázsterem látogatásának menetrendjét mi úgy szerveztük meg, hogy a célok megvalósulása minél teljesebb legyen. A terembe érkező látogató csoportnak egy bemutató során a vezető ismerteti az eszközök működtetésének módját, és fizikai elvét, majd ezt követően a résztvevők saját maguk is elvégezhetik a kísérletet. A teremben az interaktív kísérletezésen túl régi kísérleti eszközökből álló kiállítás várja az érdeklődőket.

A természettudományok interaktív formában történő népszerűsítése hiánypótló Észak Magyarországon. A fent bemutatott módszer pedig nem csak a régióban, hanem országos és nemzetközi szinten is újszerű, és várhatóan a korábbiaknál hatékonyabban eljárás a természettudományok, ezen belül a fizika kedveltségének javításához.

Folyamatban van egy planetárium létesítése, ami elsősorban Heves Megye általános és középiskoláinak áll majd rendelkezésére a földrajzi és csil-

lagászattal kapcsolatos ismeretek tanításában, de az Egerbe tanulmányi kiránduláson részt vevő diákok és turisták programjait is színesítheti majd.

### **Interaktív kísérleti eszközök a varázsteremben**

**Bermuda-henger:** A testek a folyadékban úsznak, lebegnek, vagy elmerülnek, annak megfelelően, hogy átlagsűrűségük kisebb, megegyező vagy nagyobb, mint a folyadék sűrűsége. A Bermuda-háromszögben bekövetkező hajókatasztrófák egyik természettudományos magyarázata, hogy a tengerfenékről, pl. vulkáni tevékenységből eredő gázok felhabosítják a tengervizet, így a víz átlagsűrűsége kisebb lesz, mint a hajóé, s a hajó elmerül a habokban. Az asztalon vízzel telt hengerben egy hajócska úszik. A henger melletti kapcsológommbal egy légpumpát iktatunk be, ami buborékaradatot indít el a henger aljáról. Ennek következtében, a fenti magyarázat alapján, a kishajó alámerül a vízben. Ugyanezt a jelenséget vizsgálhatjuk az asztalon elhelyezett számítógépen egy animáció segítségével. Kattintással indítható el a vulkán működése, s a gázzal megtelt vízben a hajók elsüllyednek. Az asztal mellett elhelyezett magas, vizes hengerben légbuborékok áradatában halacskák úsznak le-fel. Ha kikapcsoljuk a légbefúvót, ami a buborékokat hozza létre, a halak a henger aljára lesüllyednek.

**Földinduktor:** A földinduktor egy nagy körtekercs, amelyben feszültség indukálódik, ha a Föld mágneses terében forgatjuk. A tekercs kivezetéseire érzékeny áramerősség mérő műszert kapcsoltunk, annak mutatója a rajta átfolyó indukált áram váltakozásának megfelelően tér ki. Az indukált áram nagysága függ a Föld mágneses térerősségétől (ami a Föld felszínén a hely függvényében változik), a földinduktor tekercsének menetszámától, a tekercs forgatásának sebességétől, illetve a földinduktor forgástengelye és a Föld mágneses erővonalai által bezárt szögtől.

**Váltakozó áramú generátor:** A földinduktorhoz hasonló elven működik a generátor is, csak ennél a mágneses teret természetes mágnessel állítják elő. Az asztalon elhelyezett generátor két tekercse egy patkó alakú mágnes előtt halad el. Mivel a tekercs és a műszer áramkörébe egy egyenirányító dióda van bekötve, a műszer lüktető egyenáramot jelez (mindig egy irányba tér ki).

**Plazmagömbök:** A plazmagömb 5–15 cm átmérőjű üveg vagy műanyag gömb, belsejében egy fémgolyó található. A gömb 550 mbar nyomású nemesgázt tartalmaz, a kis golyóra a 15–20 kV nagyságú, kb. 15 kHz frekvenciájú váltakozó feszültséget kapcsoltunk. Az így keletkezett gömbkondenzátoron jut a meghajtó jel a gáztérbe. A nagyfeszültség a gázatomokat gerjeszti, ionizálja; a gáztérben vezetőcsatornák alakulnak ki. Az atomok visszatérve alapállapotba fotonokat bocsátanak ki, aminek eredménye a fo-

nalas gázkisülés. A kisülési fonalak imbolygó alakja a gáz véletlenszerű felhalmozódásától, hőmérsékletétől függ.

**Van de Graaff-féle szalaggenerátor:** A motorral meghajtott gumiszalag alul egy kb. 10 000 V feszültségű áramforráshoz kapcsolt túsorról elektromos töltést nyer. A töltést a szalag a felső hengeres, belül üreges fémtest belsejébe szállítja, ahol egy (kívülről nem látható) túsor a töltést „leszívja” a szalagról. A folyamat állandó megismétlődése miatt a fémtest igen nagy (több százezer) volt feszültségre töltődik fel. Az ilyen berendezéseket az atommagfizikában részecskegyorsításra is használják.

**Szikrainduktor:** A szikrainduktor kis feszültséget nagy feszültséggé alakít át. Szerkezete és működése a transzformátoréhoz hasonló. A vasmagos, kis menetszámú primer tekercsbe vezetett áramot az automatikusan működő „kalapácsos szaggató” periódikusan megszakítja, ezáltal a sokmenetű szekunder tekercsben nagy feszültség indukálódik. A nagy feszültség hatására a szikrainduktor elektródái között szikrakisülés alakul ki. A szikrainduktorról előállított feszültség a 100 000 V-ot is elérheti, így használható nagyfeszültségű eszközök (pl. röntgencső) áramforrásaként. A szikra pályája mentén élénk ionizációs folyamatok játszódnak le, ezek okozzák a fényjelenséget. A csattanó hang pedig onnan származik, hogy a szikra mentén a gáz hirtelen felmelegszik, és az ezzel járó helyi túlnyomás hanghullámot hoz létre. Hasonlóan értelmezhető a villámlással járó mennydörgés.

**Kisülési csövek:** A kisülési csövekben nagy feszültség hatására – a két elektród között – elektromos áram jön létre. Ezt az elektronokból és ionokból álló elektromos áramot gázkisülésnek nevezzük. A nagyfeszültség hatására felgyorsult töltéshordozók a gázmolekulákba ütközve újabb töltéshordozókat (ionokat, elektronokat) keltenek, s eme folyamatban lavinaszerűen megnövekszik a töltéshordozók száma. Az ütközési ionizáció fényjelenséggel párosul, amelynek színe a gáz minőségétől függ. A kisülési csöveket számtalan helyen alkalmazzák, pl. a közvilágítási lámpák, a fényreklámok fénycsövei is ezen az elven működnek. Egyes kisülési csövekben az elektronnyaláb (katódsugár) a különböző anyagokba ütközve fluoreszkálást vagy foszforeszkálást kelt, amely az anyagtól függően különböző színben jelentkezik.

**Napelemmel működő eszközök:** Ebben a tárlóban néhány napelemmel működő játékos eszközt mutatunk be. Ne felejtsük, hogy játékokon kívül néhány igen „hasznos” alkalmazása is van a napelemnek, pl. napelemes órák, zsebszámológépek és legfőképpen az úrhajózás; az űrszondák legfontosabb energiaszolgáltató eszköze a napelem.

**Crookes-féle radiométer:** Kisnyomású gázzal töltött üvegburában egy tű hegyére illesztett négykarú lapátos kerék (az egyik oldalukon bekormozott, másik oldalukon fényes lapátokkal) izzólámpával történő megvilágítás



hatására élénk forgásba jön. A sugárzás a lemez fekete oldalát jobban felmelegíti, mint a világosat. Így a fekete oldalon a molekulák nagyobb sebességgel ütköznek a lapba, s ennek következtében a fekete oldalon nagyobb impulzust adnak át a lapnak. (Nem a fény nyomása működte!)

**Optikai kábel:** Ha a fény optikailag sűrűbb közegből ritkább közeg határfelületére ér, egy adott határszögnél nagyobb beesési szög esetén nem megtörve lép át az új közegbe, hanem teljes visszaverődést szenved (binnen marad a sűrűbb közegben!). E jelenség az alapja a fényvezető, vagy optikai szál működésének. Az optikai szál üvegből készül különleges technológiával. Használják a modern információtovábbításban (telefonhálózatok, tv, internet szolgáltatások), orvosi diagnosztikában, dekorációs világításban stb.

**Lézersugarak optikai elemekkel:** Öt sugaras lézer fényforrással bárki megvizsgálhatja, hogyan téríti el a párhuzamos fénysugarakat a homorú, a domború lencse, a prizma és a planparalel lemez; hogyan verik vissza a párhuzamos fénysugarakat a különböző tükrök.

**Tükörsarok:** Az egyik ablakmelyedésben különböző tükrök vannak elhelyezve. Itt található siktükör, domború gömbtükör, konvex és konkáv hengertükrök, melyekbe, ha a látogató belenéz, furcsa helyzetű (egyenes és fordított állású) és torzított (kövérítő, soványító) tükörképe tekint vissza rá. Ugyanitt látható az a gyertyasor, melynek végtelenített tükörképét állítja elő egy tükörfelület és egy félig áteresztő üveglap.

**Hangrezonátor cső:** A teleszkópszerűen összetolható cső egyik végénél hangszóróból ismert frekvenciájú hangot szóltatunk meg a hanggenerátorból. A cső hosszát folyamatosan változtatva egy bizonyos csőhossznál a hang felerősödik. Ebben az esetben, a csőben lévő levegőoszlop rezgése felerősíti az adott frekvenciájú hangot, rezonál vele.

Mínél mélyebb hangot szóltatunk meg, annál hosszabb csővel következik be a rezonancia jelensége. A levegőoszlop azokra a hangokra rezonál, amelyek hullámhosszána fele a cső hosszával egyezik meg. A hullámhossz és frekvencia ismeretében kiszámítható a hang terjedési sebessége.

**Hőlégballon:** A meleg levegővel feltöltött ballon átlagsűrűsége kisebb, mint a körülötte lévő hideg levegőé, ezért felemelkedik. Egy idő után a ballonban lévő levegő lehűl, átlagsűrűsége megnő, tehát a hőlégballonra ható nehézségi erő ismét nagyobb, mint a felhajtóerő, ezért lesüllyed.

**Hajbókoló alattvaló:** Ez az eszköz bemutatja, hogy az erőhatás a testek forgását is megváltoztathatja. Működési elv: egy felül nyitott csepp alakú tartályba felülről üvegcsövön keresztül vizet vezetünk. Ha a tartály kellőképpen megtelik, felbillen, és a rajta ülő béka „meghajlik” az előtte ülő békakirály előtt. A tartály felbillenésével a víz belőle kiborul, így visszatér kezdeti helyzetébe. A vízzel telt tartály súlyerejének csak akkor van forgatóhatása, ha hatásvonala nem megy át a forgástengelyen.

**Légpárnás asztal:** Az asztalra tett korongokkal a tökéletesen rugalmas ill. rugalmatlan ütközések speciális eseteit vizsgálhatjuk. A korongok az asztal felett mozognak, a kiáramló levegő légpárnát képez alattuk, így a sűrűlódás elhanyagolható. A tépőzáras gyűrűk ütközéskor összetapadnak, együtt mozognak tovább, a gumigyűrűs korongok ütközése rugalmasan zajlik le.

**„Magma-rocket” lámpa:** Az alulról megvilágított lámpatest vizében közel azonos sűrűségű, nagy felületi feszültségű színes folyadék van, amely ez utóbbi okból gömb alakot felvéve lebeg a vízben. A lámpa melegítő hatására ennek sűrűsége nagyobb mértékben csökken, mint a vízé, így a folyadékgömb felemelkedik a lámpatestben. A lámpatest felső részében a folyadékgömb lehül, sűrűsége megnő, alámerül a vízben, majd a jelenség újra és újra megismétlődik.

**Ütköző golyósor:** Ha a golyósor szélső ingái közül egyet vagy kettőt kitérítünk és ütköztetjük a nyugalomban hagyott ingasorral, akkor azt tapasztaljuk, hogy a nyugvó golyósor végéről mindig pontosan annyi inga lendül ki, ahányat nekiütköztetünk a sornak.

Ez a jelenség is sorozatos ütközések egymásutánjaként fogható fel. Ha egyetlen golyót ütköztetünk, akkor ez a nyugvó golyósor első tagjával ütközik, és az egyenlő tömegű golyók ütközésére könnyen belátható szabály szerint sebességet cserél vele. Ezután ez a második golyó ütközik a harmadikkal, s miután az ütközési hullám az egész soron végigszalad, az utolsó golyó kilendül. Hasonló elv alapján értelmezhető az, amikor két golyót ütköztetünk a nyugalomban lévő ingasorral.

**Newton-féle színtárcsa:** Ha fehér fényt prizmán vezetünk át, a különböző színű komponenseket eltérő irányokban bocsátja át. Így kapjuk a spektrumszíneket (vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya). Ez a színbontás. Ennek fordítottját – a színkeverést – valósítja meg a színtárcsa, amely különböző színű körkikkekkel áll, forgatása közben elegendő gyors váltakozásban különböző színű fény jut szemünkbe, ezek keverék színét észleljük. Ha a tárcsán a spektrum valamennyi alapszínét megtaláljuk, ezek eredője fehér.

**Táncoló labda:** A légfúvóból felfelé kiáramló levegőáramba helyezett könnyű labda egy adott magasságban megmaradva lebeg. Ebben a magasságban az áramló levegő labdára ható közegellenállási ereje egyenlő a labdára ható nehézségi erővel.

**Lebegő földgömb:** Már az ókorban felfedezték, hogy bizonyos ércsek a kisméretű vastárgyakat magukhoz vonzzák. Ezek a mágnesek. Mágnes lehet egy acélrúd is. Minden mágnesnek két pólusa van: északi és déli. Az azonos pólusok taszítják egymást, az ellentétes pólusok vonzzák. A hosszú, egyenes, árammal átjárt tekercs szintén mágnesként viselkedik. Ennek erőssége változtatható a benne folyó áram szabályozásával. A lebegő földgömb – ami maga is mágnes – lebegési magasságát egy mágneses mezőt érzékelő eszköz

méri folyamatosan. Ez az érzékelő és a talapzatban elhelyezett chip szabályozza a felső részben lévő elektromágnest. (Ha a gömb süllyed, a tekercs árama nő, ha emelkedik, az áram csökken.)

**Lenz-ágyú:** Az elektromágnest váltakozó feszültséggel működtetve a vasmagban váltakozó mágneses mező jön létre. Ez a vasmag körül örvényes elektromos mezőt kelt, ami áramot indít el az alumínium hengerben. A hengerben folyó áram mágneses tere olyan irányú, hogy akadályozza az őt létrehozó hatást (Lenz törvénye), azaz az elektromágnes taszítani fogja az alumínium hengert.

**Cartesius-búvár:** Mindkét búvár úszik a vízben, mert átlagsűrűsége mindkettőnek kisebb a víz sűrűségénél. A búvárok belsejében a levegő és a víz olyan arányban van kialakítva, hogy átlagsűrűségük kissé különböző legyen. Emiatt egyiknek kisebb, másiknak nagyobb része áll ki a vízből. A külső nyomás hatására a búvárokban összenyomódik a levegő átlagsűrűségük megnő, így lesüllyednek. A külső nyomás megszűntével a búvárokban kitágul a levegő, csökken az átlagsűrűségük, s várjuk felemelkedésüket. Meglepetésre csak az egyik búvár jön fel, a másik lent marad. Ennek oka a víz mélyén működő hidrosztatikai nyomás, amely a lent maradt búvárban annyira összenyomja a levegőt, hogy annak átlagsűrűsége nagyobb a vízénél.

**Távirányított gyertya-oltogató:** A hordó nyílását gumilap zárja. Erre ráütve, a hordó alján lévő kör alakú nyíláson légörvénygyűrűk lépnek ki. Ha jól célzunk, a kilőtt léggömb „eltalálja” a távolban elhelyezett szalagokat, ill. papírforgókat és mozgásba hozza őket. A több méter távolságra elhelyezett gyertya lángját is képes elfűjni. Az örvénygyűrűk stabilitása azzal magyarázható, hogy kis viszkozitású közegben – levegőben – haladnak, ezért a fellépő súrlódási erők csak kevésbé lassítják a forgást. Az örvények impulzusnyomatéka (perdülete) tehát kellő lassítás híján hosszú ideig megmarad.

**Foucault-inga:** A hosszú drótkötélen meglengtetett inga lengési síkja az idő előre haladtával elfordul. Ennek magyarázata: az inga lengési síkjának irányát a térben megtartja, de ezalatt a Föld elfordul alatta.

### Kiállítások üvegfalú tárlókban

**Régi fizikai kísérleti eszközök:** Influenca-készülék (megosztógép), Coulomb-féle torziós mérleg, Galvanométer, Elektromágneses V/A mérő, Morse-féle készülék, Hidraulikus sajtó, Klasszikus vákuum pumpa, Helmholtz-féle rezonátor, Bunsen-féle spektroszkóp, Katódsugárcső, Röntgencső, Különböző motormodellek.

**Közetek és ősmaradványok a Bükk hegységből:** Magmás közetek, Üledékes közetek, Átalakult közetek, Az egri volt Wind-féle Téglagyár agyagbányájából származó ősmaradványok, Magános korallak, Kagylók,

Csigák, Egykori magas, meredek sziklás tengerpartra utaló abrázios kavicsek, életnyomos permi fekete mészkőtömbök.

### Rendhagyó órák

A Természettudományos Terem gondolatát több évvel megelőzően, az Eszterházy Károly Főiskola tanárai diákcsoportoknak rendhagyó fizika és kémiaórákat tartottak, melyek mostantól földrajz órákkal kiegészülve, szervesen kapcsolódnak a *Varázstorony* programjához, s az Egerbe érkező iskolások továbbra is igényelhetik. Ezen kísérleti bemutatókkal, magas színvonalú szemléltetéssel ötvözött foglalkozásokat előre egyeztetett témákban és időpontokban, a főiskola előadótermeiben tartják. Alábbiakban a fizika, a kémia és a földrajz tantárgyak rendhagyó óráinak címeit és rövid tematikáját ismertetjük.

#### Fizika

**Kísérletek  $-196^{\circ}\text{C}$ -on:** Ilyen alacsony hőmérséklet a Földön nem létezik, éppen ezért tarthat különösen érdeklődésre számot a folyékony nitrogénnel végzett kísérletsor. Bemutatjuk, hogy az anyag tulajdonságában, gumiban, élő növényi szövetekben stb. milyen változások mennek végbe, ha a folyékony nitrogén hőmérsékletére lehűtjük. Hőtágulással kapcsolatos kísérletek, Leydenfrost-tünemény, gőzszökőkút, nitrogénrakéta stb. nyújthatnak rendkívüli élményt az érdeklődőknek.

**Örvényáramok, elektromágneses indukció:** A hasonló című iskolai tananyag sokaknak riasztóan érthetetlen törvényei elevenednek meg az érdekesítő, meglepő kimenetelű kísérletekben. A Lenz-ágyú, a mágnes lassú esése rézcsőben, az indukciós kemence, a Waltenhofen-féle inga, az igen erős mágnesekkel végzett kísérletek sora tartozik a rendhagyó fizikaórába.

**Az ezerarcú fény csodái:** A fény kettős természete. Alapvető geometriai optikai jelenségek bemutatása lézerrel. A fény részecsketulajdonsága, kísérletek a külső fényelektromos hatásra, a fényelem, a fotocella és napelem működésének szemléltetése. Interferencia. Fényelhajlás résen, színek előállítás optikai ráccsal, diszperzió, prizmás színbontás Bunsen-féle spektroszkóppal. Színkeverés (additív és szubtraktív). A poláros fény tulajdonságai. Fotoelasztikus jelenségek. A fényvezető szál működésének szemléltetése, alkalmazása. Látvány lézer.

**Időjárás, éghajlatváltozás:** Az időjárási jelenségek (szélrendszerek, ciklonok) bemutatása egyszerű kísérletekkel. Az üvegházhatás és a globális felmelegedés és várható következményei; az emberi tevékenység hatása. Van-e lehetőség a katasztrófa elkerülésére?

**Légnyomással kapcsolatos kísérletek:** Csattanó pezsgősüveg, összeroppanó sörös doboz, felszívódó léggömb, Heron-féle szökőkút, forgó, repülő pohár, légpárnás léggömb, newtoni-ejtőcső, megbolondult kémcső, magdeburgi-féltékék, lufi pillepalackban... csupa egyszerű, többségében otthon is elvégezhető kísérletek sora kápráztatja el a figyelmes közönséget.

**Fizika és képzőművészet:** Fizikai fogalmak és jelenségek egész sora tárul fel a műalkotásokon a figyelmes szemlélő számára. Az *egyensúly*, a *mozgás*, az *áramlások*, az *erőterek*, a *színek dinamikája*, a *fényelhajlás* és még sok egyéb észrevehető a festményeken, szobrokon, és gyakran a művészi kifejezés fontos elemévé válik. Sőt, olyan megfoghatatlannak látszó fogalmak, mint a „szépség”, világosan értelmezhetők fizikai-energetikai alapon. Vagyis a szépség is mérhetővé válik!(!?)

## **Kémia**

**Párbaj:** A kísérletezők egymással mintegy versenyezve, egymást túllicitálva mutatnak be látványos kísérleteket. A kísérletek „blokkok”-ba csoportosítva kerülnek bemutatásra úgymint piromániás-, italos-, reklám-, military- és társtudományos blokk. Blokkonként értékelik a bemutatók teljesítményüket.

**Sebesség a kémiában:** Alias reakciósebesség: a bemutató során különböző halmazállapotú reaktánsok eltérő sebességű reakcióval szemléltetjük a kémiai reakciók sokszínűségét. Bepillantást nyernek a látogatók a reakciósebességet befolyásoló tényezőkbe, úgymint koncentráció, hőmérséklet, határfelület. Bemutatunk példákat a homogén, heterogén katalízisre, megismerkedünk az autokatalízis fogalmával is.

**Színek a kémiában:** A bemutató alapjelensége a színváltozás. Színeket „hívunk elő”, színeket tüntetünk el. Mindezeket minden halmazállapotban megpróbáljuk előidézni: bemutatunk komplex reakciókat, termokolor anyagokat, bevezetjük a látogatókat a titkosírás rejtelseibe, láthatjuk egy anyag sokszínűségét.

**Energiatermelő kémiai folyamatok:** A kísérletek témája: milyen formában és mekkora energia szabadul fel a kémiai folyamatok során, hogyan tudja ezt az energiát az ember hasznosítani. Példákat láthatnak az érdeklődők különböző típusú exoterm reakciókra, fénykibocsátással járó, továbbá elektromos áram termelő folyamatokra.

**Kísérletek a konyhában:** Bemutatónk mottója minél egyszerűbb eszközökkel, minél egyszerűbb „vegyszerekkel” látványos kísérleteket végezni. Kísérleteink nagy részét a látogatók – kellő óvatossággal – otthon megismételhetik.

**„Survivor” avagy túlélési gyakorlat kémikus módra:** A bemutató egy elképzelt szituációs gyakorlat, amelynek során azt szemléltetjük, hogyan segít a kémiatudás a túlélésben.

### **Földrajz**

**Az ásványvilág csodái:** A Földön valamivel több, mint 4200 féle ásvány fordul elő. Színük, formájuk, méreteik, alakgazdagságuk csodálatra méltó. Ásványok építik fel a környezetünkben előforduló kőzeteket is. A gazdaságilag hasznosítható ásványok, ércek köre egyre bővül. Az ásványok közé tartoznak a drágakövek is, valamint léteznek olyanok, amelyeket naponta fogyasztunk.

**Beszélő kővek:** A kőzetek megjelenése, szerkezete, szövete, színe, a belőlük, rajtuk kialakult formák utalnak a keletkezési körülményekre. Legegyenek azok akár magmás, üledékes vagy átalakult kőzetek, jellegzetességeik alapján megállapítható hol, miféle környezetben képződtek, hogyan alakult a sorsuk kialakulásuktól a mai állapotig.

**Magyarországi vulkánok:** A földtörténeti múltban, számos esetben működtek vulkánok hazánk földjén. Az óra keretében bemutatásra kerül az, hogy mikor, hol, hogyan működtek ezek a vulkánok, és mi utal egykori tevékenységükre.

**Kirándulás egy működő tűzhányóba:** A vulkánok szépek, hasznot hajtanak, kárt okoznak.

A földkéregben elhelyezkedő magmakamrából indulva követjük végig az izzón folyó kőzetolvadék útját, sorsát, változásait a vulkáni kürtőn keresztül a felszínig, a közzététválásig.

**Vándorló kontinensek nyomában:** A Föld szilárd külső burka nem egységes. Különböző kiterjedésű táblák, lemezek alkotják. Ezek a lemezek egymáshoz viszonyítva helyüket változtatják. Mi kényszeríti mozgásra ezeket? Hogyan történik az elmozdulás? Mi játszódik le ezen mozgások során? Ezekre a kérdésekre ad választ ez a lemeztectonikáról szóló óra.

**Óceánok, tengerek nyomában hazai tájakon:** Az üledékes kőzetek döntő többsége óceánok, tengerek medencéiben keletkezett a Föld távoli és közeli múltjában. Jellegzetességeik, szerkezetük, rétegződésük, ősmaradványaik utalnak arra az ősi tengeri környezetre, amelyikben keletkeztek. Számos példán keresztül kerül bemutatásra az, hogy Magyarország földjén gyakoriak a földtörténeti múlt tengereire utaló képződmények.

**Bontsunk fel egy napkonzervet!** A kőszén keletkezéséről szól ez a rendhagyó óra. A karbon időszak mocsárerdők világa kerül bemutatásra, részletesen elemezve az akkori növényeket, állatokat, ősföldrajzi körülményeket.

**Mamutvadászaton:** Jégkorszaki tájakon mamutvadászokkal tartunk. Végigkísérjük a vadászat egyes fázisait és a zsákmány feldolgozását. Közben megismerkedhetünk az eljegesedést kiváltó okokkal és a jégkorszak jellegzetes élővilágával.

## A környezeti orientáció vizsgálata Debrecenben a szelektív hulladékgyűjtés tükrében

Misik Tamás–Kárász Imre

Környezettudományi Tanszék

**Abstract:** The examination of the environmental orientation in the city of Debrecen in the light of selection of waste.

Waste management is the collection, transport, processing, recycling or disposal of waste materials, usually ones produced by human activity, in an effort to reduce their effect on human health or local aesthetics or amenity. The selection of household waste is a very important to the effective recycling.

In the year of 2004 a research was initiated with the A.K.S.D. Kft. to analyze the preferences of the Debrecen population when choosing a selection of waste. We were making a weighing from waste of selection with the adult population from 18 years old. The root of weighing was making up 422 question forms. We were searching a resident from September 2003 to January 2004. We were writing up question forms with the program SPSS 8.0.

The main results are the following:

- The population of the city has got a positive attitude the selection of household waste.
- The qualification doesn't affect to the opinion of the collection of waste.
- The sexuality doesn't affect to the development of environmental mentality.
- The some age-group have got a different mentality in some environmental questions.
- The young people choose landfill of waste rather than the waste burner. The older residents prefer waste burner to disposal of waste which couldn't be able to attend otherwise.



- The older residents think so, that the educator already shall to teaching fundamentals of waste economy in the kindergarten.
- The regular user to be disposed to longer way (max. 200–300 m) to the recycling service than the casual user.

### **Bevezetés, célkitűzés**

Hazánkban minimalizálni kell a hulladékok lerakással történő ártalmatlanításának igen magas arányát és csökkenteni kell mind abszolút mértékben, mind a termelési értékhez viszonyítottan magas hulladékképződési arányt (OHT 2002). Ennek megvalósításához elengedhetetlen a szelektív hulladékgyűjtés minél szélesebb körű rendszerbe állítása. A szelektív hulladékgyűjtés az újrahasznosítás első lépésének tekinthető. Ily módon optimálisan a műanyagnál 30–40%, a fémeknél 80–90%, a papírnál, az üvegnél a textil esetén és a veszélyes összetevőknél pedig 60–70% visszagyűjtési arány érhető el (Köztisztasági Egyesülés 2003).

A Hajdú-Bihar Megyei Hulladékgazdálkodási Program az ISPA támogatásával valósult meg (Nádudvari 2002). Ennek egyik része a Debrecenben működő regionális hulladéklerakó, a hozzá kapcsolódó egyéb hulladékgazdálkodási létesítmények és a színvonalas szolgáltatások. Debrecenben 2001 óta folyik szervezeten a hulladék szelektív gyűjtése, elszállítása és feldolgozása. A hulladékgazdálkodási közszolgáltató az A.K.S.D. Kft., amely 51%-ban osztrák, 49%-ban pedig magyar tulajdonú vállalat. A régióban egyedülként ők végzik a zöld- és biológiailag lebontható hulladékok komposztálását. A társaság tulajdonában levő depónia további 11 település kommunális hulladékát is „elnyeli” és megfelel az EU környezetvédelmi előírásoknak. A városban 1992–94 között már volt egy próbálkozás a szelektív gyűjtésre, de akkor ez a feldolgozóipar és piac hiánya, a nem megfelelő lakossági tájékoztatás, valamint a pénzügyi keretek kimerülése miatt megbukott (A.K.S.D Kft.). A gyűjtőszigetek kialakítása 2001 novemberében két városrészben (Tócoskerten és Tócovölgyben) 8 helyszínen kezdődött meg. A mai napig ezekben a városrészekben vannak legsűrűbben elhelyezve a konténerek. A városban folyamatosan növelik a szelektív gyűjtőszigetek számát. A gyűjtés három frakcióban történik, amit a különböző színű konténerek segítenek. A kék konténerekben kartondobozokat, hullámpapírt, könyveket, prospektusokat, színes és fekete-fehér újságpapírt lehet gyűjteni, a sárga színű konténerekbe műanyag üdítő- és ásványvizes palackokat helyezhetünk kupak nélkül. A zöld konténerekbe tiszta, kiöblített, ép vagy törött, színes (zöld, barna, sárga) és fehér üvegpalackok kerülhetnek.

A hatékony gyűjtést számos tényező befolyásolhatja. Közöttük talán a legfontosabb a lakosság viszonyulása a szelektív gyűjtéshez. Ennek állapotát

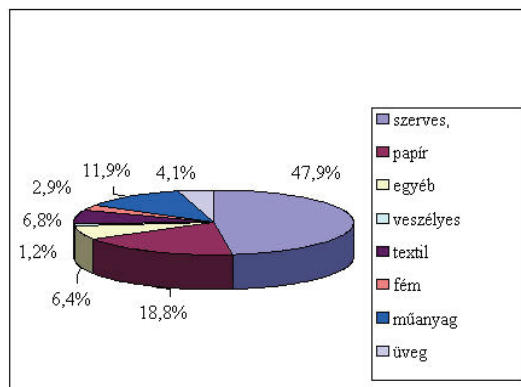
2003–2004-ben kérdőíves felméréssel határoztuk meg (Misik 2004). A kérdéseket úgy állítottuk össze, hogy átfogó képet alkothassunk a hulladékgazdálkodás egészének és piaci szereplőinek társadalmi megítéléséről. A felmérés segítséget nyújthat a jövőbeni tervezéseknél, főleg abban, hogy mekkora az optimális lakossági lefedettsége egy-egy gyűjtőszigetnek és hol érdemes azokat leginkább kihelyezni.

A felmérés kiemelt céljai voltak:

- átfogó képet kapjunk a lakossági attitűdről, fogadókészségről a hulladékgazdálkodás vonatkozásában;
- megvizsgáljuk, hogyan befolyásolja a város lakóinak életkora és neme a környezeti attitűd kialakulását;
- megnézzük, milyen helyet foglal el a lakók hétköznapijaiban a hulladékprobléma a környezetvédelmi gondok között;
- átfogó képet kapjunk a háztartásokban keletkező egyes hulladékfajták mennyiségéről;
- megnézzük, milyen vélekedés alakult ki a hulladék-lerakókról és égetőműkről, illetve azok települések melletti létesítésének lehetőségeiről;
- képet kapjunk egyes, – szelektivitással együttjáró – kötelezettségekkel szembeni reakciókról;
- megismerjük a lakosság véleményét arról, hogy szerintük a közoktatás mely szintjein kívánatos a hulladékgazdálkodási alapismeretek oktatása;
- megnézzük, milyen mértékű közszolgáltatási díjemelést tartana elfogadhatónak a lakosság a szelektív hulladékgyűjtés teljes körű bevezetése esetén („háztól-házig” gyűjtés).

### **Anyag és módszer**

A felmérés (kikérdezés) Debrecen város lakosaira terjedt ki. Debrecenben évente 64 747 tonna (A.K.S.D. Kft. 2004) háztartási hulladék képződik, amelynek közel fele szervesanyag, így a szelektív gyűjtéssel jelentős mennyiségű komposztálható nyersanyag nyerhető. A 211 034 fő (KSH 2001) lakosú város hulladékának a megoszlását az **1. ábra** mutatja.



1. ábra: A háztartási hulladékok összetétele Debrecenben 2003-ban  
(ÖKO-Pannon Kht., 2004)

A felmérést a lakosság körében 2003. szeptember 1. és 2004. január 15.-e között végeztük. A kiosztott 600 darab kérdőívből 422 (70,3%) érkezett vissza, ezeket értékeltük ki. Egy-egy kérdőív teljes körű kitöltése átlagosan 15 percet vett igénybe. Ez a szám figyelembe véve az országos statisztikai felmérések kb. 1000–1200 főt érintő méreteit (Gallup, Szonda Ipsos, Medián), kellő mértékben reprezentatív. A mintavétel (felmérésben résztvevők kiválasztása) elsősorban személyes megkeresés, illetve utcai megszólítás alapján, véletlenszerűen történt. A kérdőívek kérdéseinek összeállítása az A.K.S.D. Kft. szakembereivel közösen, együttműködve valósult meg. A kérdőív alapvetően két fő részre tagolódik. A kérdőív elején az ún. hagyományos kemény változók (Lakatos 2004) szerepelnek: lakóhely, nem, életkor és az iskolai végzettség. A második rész a szakmai kérdéseket tartalmazza. Első lépésben azokat a kérdéseket vizsgáltuk meg, melyek esetében korrelációt fedeztünk fel valamelyik kemény változóval. A kiértékelés második szakaszában pedig azokat a kérdéseket vetettük össze, ahol a számítógépes programunk összefüggést mutatott ki. A kérdőívekből kinyerhető empirikus adatokat kódolás (az adott kérdésre adható válaszok 1-től max. 7-ig számot kaptak) után számítógépen rögzítettük. Az így kapott adatsorokat az SPSS 8.0. számítógépes statisztikai programmal elemeztük és értékeltük. Az SPSS egy moduláris, szorosan integrált teljes körű termékcsomag az elemzési folyamathoz – tervezés, adatgyűjtés, adatkezelés, adatelőkészítés, elemzés, jelentéskészítés és kiértékelés (SPSS Hungary).

A kérdőíves adatfelvétel során egyaránt alkalmaztunk nyitott (pl. fogalmazza meg a szelektív hulladékgyűjtés lényegét) és zárt kérdéseket (pl. a szelektív hulladékgyűjtő szigetek használatáról). A zárt kérdéseket azért használtuk, mert általuk könnyebben feldolgozható válaszokhoz jutottunk, a

nyitott kérdések pedig helyet adtak árnyaltabb, életszerű válaszoknak - nem kényszerítették a válaszadót kategóriákba, viszont feldolgozásuk is nehezebb volt.

A felvétel az alábbi kérdőívvel történt:

### SZELEKTÍV HULLADÉKGYŰJTÉS-LAKOSSÁGI KÉRDŐÍV

1. Ön honnan hordja hulladékát a kihelyezett konténerekhez?

utca:..... házszám: .....

2. Az előző pontnak megfelelően a kérdőív típusa:

a/ lakótömbös

b/ családi házas

3. Neme: a/ nő b/ férfi

4. Életkora: a/ 18-29 b/ 30-49 c/ 50-69 d/ 70 év felett

5. Végzettsége: a/ alapkú b/ középfokú c/ felsőfokú

6. Rendezze sorba a fogalmakat aszerint, hogy Ön mit tart fontosabbnak közvetlen környezetében? Kezdje a legfontosabbal!

a/ levegővédelem

b/ víz / ivóvíztisztaság

c/ zajvédelem

d/ környezet hulladékmentesítése

e/ a felállított fontossági sorrend

7. Az egyre nagyobb mértékben keletkező hulladék ártalmatlanítása céljából milyen megoldást tartana elfogadhatónak, az újrahasznosításra nem alkalmas hulladékok körében?

a/ hulladék-lerakó

b/ hulladék égetőmű

8. Az előző kérdésben kiválasztott létesítmény elhelyezését támogatná-e a településnek közvetlen vonzáskörzetében?

a/ igen

b/ nem

9. Támogatná-e az olyan csomagolóeszközök, egyéb termékek, minél nagyobb mértékben történő előállítását, amelyek a háztartásokban összegyűjtött hulladékokból, mint alapanyagból készültek?

a/ igen

b/ nem

10. Ön szerint mit jelent az, hogy szelektív hulladékgyűjtés?.....  
.....
11. Hajlandó-e Ön otthonában a mindennap termelődő hulladékot külön-külön gyűjteni?  
a/ igen b/ nem
12. Ön szerint zavarják-e lakókörnyezetét esztétikai szempontból a kihelyezett szelektív hulladékgyűjtő konténerek?  
a/ igen b/ nem
13. Ön hányféle hulladék gyűjtését tartaná szükségesnek külön konténerekben?  
a/ 3 féle= papír- műanyag-üveg  
b/ 4 féle= papír- műanyag- üveg-száraz elem  
c/ 4 féle= papír- műanyag- üveg-fém  
d/ Az Ön véleményét takaró variáció: .....
14. Mekkora utat hajlandó azért megtenni, hogy összegyűjtött hulladékát a konténerekben elhelyezze?  
a/ 50 m-nél kevesebbet b/ 50-100 m c/ 100-200 m  
d/ 200-300 m e/ 300-400 m f/ 400-500 m  
g/ 500 m-nél többet is
15. Ön szerint melyik hulladékfajta termelődik háztartásában a legnagyobb mennyiségben? Állítsa sorrendbe, kezdje a legnagyobbbtól!  
a/ papír b/ konyhai hulladék c/ műanyag  
d/ kerti hulladék e/ üveg f/ fém  
g/ veszélyes hulladék (szárazelem, akku, festékes doboz, stb.)
16. A szelektív hulladékgyűjtés bevezetése többletköltséggel jár a polgárok számára. A szemétdíj milyen mértékű emelését tudna elfogadni a szelektivitás bevezetése során?  
a/ 5-10 % b/ 10-20 % c/ 20-40 %  
d/ 40 % felett is e/ semmilyen mértékűt
17. Hol tartja fontosnak a gyűjtőkonténerek kihelyezését? Többet is bekarikázhat!  
a/ lakóparkok b/ közintézmények c/ parkok  
d/ sétálóutcák e/ bevásárlóközpontok/boltok  
f/ parkolók körzete g/ egyéb
- 17.b Az Ön által felállított fontossági sorrend: .....
18. Az Ön szűkebb lakókörnyezetében találkozik-e a konténerek túltelítettségével?  
a/ rendszeresen b/ olykor c/ soha

19. Elégedett-e Ön a városban a szelektív hulladékgyűjtés népszerűsítésével, a lakosság részére nyújtott tájékoztatással?  
a/ igen, már többször hallottam róla;  
b/ igen, egyszer már hallottam, és ennyi épp elég;  
c/ nem, bár már hallottam róla, de többször kellene;  
d/ nem, soha nem hallottam róla.
20. Használja-e Ön a szelektív hulladékgyűjtés A.K.S.D. Kft. által nyújtott szolgáltatásait?  
a/ rendszeresen                      b/ alkalmanként                      c/ soha
21. Összességében elégedett Ön az A.K.S.D. Kft. szelektív hulladékgyűjtésben nyújtott szolgáltatásaival? .....  
.....
- 21/b. Ha nem, miért? Esetleg milyen szolgáltatást igényelne még? .....  
.....
22. Nyomon kíséri-e az Ön által összegyűjtött és a gyűjtőszigetekbe kihelyezett hulladék további sorsát?  
a/ igen, érdeklődöm utána, ahol csak tudok  
b/ nem, mert még sehol sem hallottam róla, és komolyabban nem néztem utána  
c/ nem, mert nem is érdekel
23. Elolvasná-e figyelmesen a személyre szóló ingyenes prospektusokat és ismeretterjesztő kiadványokat a szelektív hulladékgyűjtéssel kapcsolatosan?  
a/ igen                                      b/ nem
24. Ön mikor tartja fontosnak a szelektív gyűjtéssel kapcsolatos alapismeretek oktatását?  
a/ óvodában  
b/ általános iskola alsó tagozatán  
c/ általános iskola felső tagozatán  
d/ középiskolában
25. Amennyiben egyetért a szelektív hulladékgyűjtéssel, akkor Ön milyen kényszerítő eszközöket tart lehetségesnek a közszolgáltatás előírásoknak megfelelő igénybevétele érdekében?  
a/ anyagi ösztönzés  
b/ szankcionálás  
c/ díj differenciálás  
d/ önkormányzati rendelete  
e/ adó formájában történő díjszabás

26. A szelektív gyűjtéssel kapcsolatosan Önben milyen vélemény fogalmazódott meg az eddigi pár év során?

a/ pozitív

b/ inkább előnyös

c/ inkább negatív

d/ negatív

Sorszám: ..... Helyszín: ..... Dátum: .....

## Eredmények

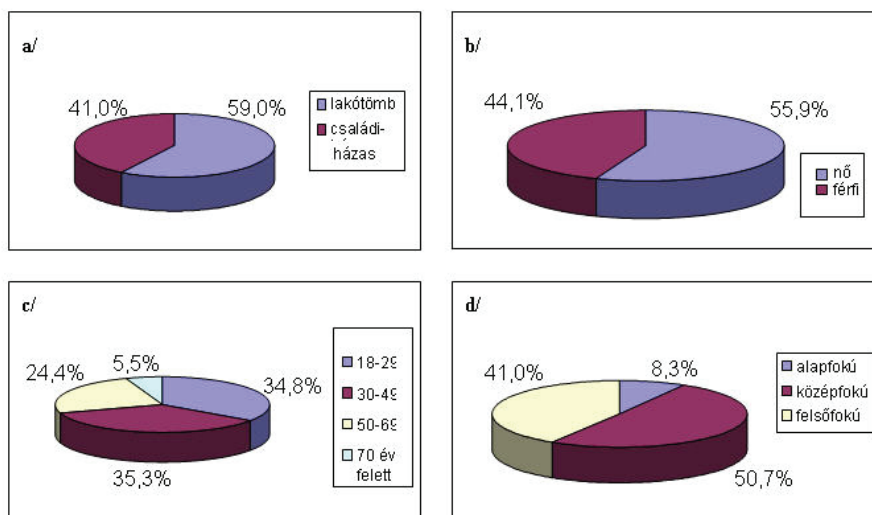
### 1. A válaszadók megoszlása

A 422 főből 249-en lakótömböt vagy társasházat, míg 173-an családi házat jelöltek meg állandó lakhelyül (2/a. ábra). Az egyes, háztartásokban keletkező hulladékok sorrendjét alapvetően meghatározta a lakhely. A kertes övezetekben lakók esetében a szerves hulladék mennyisége természetesen dominánsabb.

A megkérdezettek között 236 nő és 186 férfi szerepelt (2/b. ábra). A népesség megoszlását Debrecenben is nőbőbblet jellemzi, 1000 férfira 1145 nő jut (KSH 2002). A kemény változók közül egyedülként itt nem találtunk korrelációt más kérdésekre adott válaszokkal. A kérdőíves felmérés alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a környezeti orientációt, a hulladékokkal kapcsolatos kérdéseket a nemi hovatartozás nem befolyásolja döntő mértékben.

A korosztályok között a 30-49 és a 18-29 évesek szerepeltek legnagyobb arányban a felmérésben (2/c. ábra). A korosztály összetétel nem tükrözi a valóságot, hiszen a 60 év felettiek csekély mértékben jelentek meg a felmérésben, holott Debrecenben a lakosság 17,4%-át (KSH 2001) teszik ki a 60 év feletti korcsoportok. Így is érezhető, hogy a kor jelentősen befolyásolta a hulladékokkal kapcsolatos vélemények alakulását. Ugyanezt tapasztalták már korábbi környezetvédelmi orientációt érintő lakossági felmérések során is (Fazekas 2001/b).

A felmérés résztvevői közül legtöbben (50,7%) középfokú végzettségűek voltak (2/d. ábra). Végzettség alapján csupán a 9. kérdéssel (Támogatná-e az olyan csomagolóeszközök, egyéb termékek, minél nagyobb mértékben történő előállítását, amelyek a háztartásokban összegyűjtött hulladékokból, mint alapanyagból készültek?) fedeztünk fel korrelációt. A közép- és felsőfokú végzettségűeknél elenyésző volt az elutasító válaszok száma, míg az alapkiskolázottak 25,7%-a elutasító volt az újrahasznosított anyagokból készült termékek, öko-termékek támogatásával kapcsolatosan.



2. ábra: A válaszadók megoszlása lakhely (a), nem (b), kor (c) és végzettség (d) szerint

## 2. A válaszadók környezeti attitűdjei

A cikkben szereplő összes táblázat az SPSS 8.0. program segítségével készült el. A program kimutatta a korrelációs kapcsolatokat egyes kérdések között. Ezeket a kapcsolatokat szerkesztettük táblázatos formába. Először feltüntettük az egyes kérdésekre adott válaszok számát, majd a következő sorban leírtuk, hogy ez a jelölés szám a válaszok mekkora százalékát teszi ki, például az adott korcsoporton vagy rendszeres használókön belül. Végül a harmadik sorban feltüntettük, hogy a jelölés szám az adott lehetőségre adott összes válasz mekkora részét képezi. Valamennyi táblázat esetében ugyanazt a szisztémát alkalmaztuk.

A fiatalok tartják legégetőbbnek a hulladékproblémát, ugyanis körükben csak 10,2 % tette utolsó helyre. A legtöbben (43,6%) a víz/ivóvíz-problémát tartják a legégetőbb környezeti gondnak. Ezt követi a levegő tisztasága (40,8%), majd a hulladékok által okozott problémák (13,3%). A zaj egyértelműen utolsó helyre szorul minden korosztálynál (**1. táblázat**).

Tolna megye 14 települését érintő felmérés szerint a leginkább zavaró környezeti problémának a válaszadók 40%-a a felszíni vízfolyások minőségét, 38,5%-a a lakossági szemétyűjtést és elhelyezést, az ivóvíz rossz minőségét jelölte meg (Zöldtárs Alapítvány és Ifjúsági Unió 2005). Egy másik felmérés eredményei alapján a lakosság leginkább a tankhajók elsüllyedését



(81%), a vegyi üzemeket (68%), a szemetelést (61%) tartja erőteljesen környezetkárosítóknak (Bognár 2003).

1. táblázat: Az életkor és a környezeti attitűd kapcsolata

Rendezze sorba a fogalmakat aszerint, hogy ön mit tart fontosabbnak közvetlen környezetében? Kezdje a legfontosabbal!					
életkor \ fogalom		Levegő- védelem	víz/ivóvíz- tisztaság	zaj- védelem	környezet hulladékmentesítése
18-29	számuk*	7	1	124	15
	korosztály %-ban	4,8	0,7	84,4	10,2
	fogalom %-ban	<b>58,3</b>	<b>14,3</b>	<b>37,8</b>	<b>20,0</b>
30-49	számuk*	2	4	116	27
	korosztály %-ban	1,3	2,7	77,9	18,1
	fogalom %-ban	<b>16,7</b>	<b>57,1</b>	<b>35,4</b>	<b>36,0</b>
50-69	számuk*	3	1	71	28
	korosztály %-ban	2,9	1,0	68,9	27,2
	fogalom %-ban	<b>25,0</b>	<b>14,3</b>	<b>21,6</b>	<b>37,3</b>
70 év felett	számuk*	0	1	17	5
	korosztály %-ban	0	4,3	73,9	21,7
	fogalom %-ban	<b>0</b>	<b>14,3</b>	<b>5,2</b>	<b>6,7</b>

\*Az utolsó helyen való jelölések számát figyelembe véve!

A felmérés alapján megállapítható, hogy 69 éves korig folyamatosan nő azon lakosok aránya, akik inkább az égetőművet tartják jobb megoldásnak a más módon már nem kezelhető hulladékok ártalmatlanítására. Az összes lerakóra voksolón belül a 18–29 évesek 47,7%-kal voltak jelen, addig az 50–69 éves korosztályban ez az arány már csak 11,6%. Mindezek alapján kijelenthető, hogy az égetők létesítésének legnagyobb „ellenzői” a fiatalok (**2. táblázat**). Az összes megkérdezett 79,1%-a az égetőműveket, míg 20,4%-uk a depóniákat tartja célravezetőnek. A vizsgálatunkban kapott különbség a két hulladék ártalmatlanítását szolgáló létesítmény között a vártnál sokkal szignifikánsabb. A lakossági vélemény azért is figyelemre méltó, mert jelenleg és a közeljövőben is jelentős uniós támogatással regionális hulladék-lerakók épülnek az ország számos pontján.

2. táblázat: A hulladék-lerakók, égetőművek elfogadása és az életkor kapcsolata

Az egyre nagyobb mértékben keletkező hulladék ártalmatlanítása céljából milyen megoldást tartana elfogadhatónak az újrahasznosításra nem alkalmas hulladékok körében?			
életkor \ létesítmény		hulladék-lerakó	hulladék égetőmű
18-29	számuk	41	105
	korosztály %-ban	27,9	71,4
	létesítmény %-ban	<b>47,7</b>	<b>31,4</b>
30-49	számuk	31	117
	korosztály %-ban	20,8	78,5
	létesítmény %-ban	<b>36,0</b>	<b>35,0</b>
50-69	számuk	10	93
	korosztály %-ban	9,7	90,3
	létesítmény %-ban	<b>11,6</b>	<b>27,8</b>
70 év felett	számuk	4	19
	korosztály %-ban	17,4	82,6
	létesítmény %-ban	<b>4,7</b>	<b>5,8</b>

A „szennyező fizet elv” az idősebbek számára kevésbé elfogadott. Az idősebb korosztályokban sokan az ingyenes közszolgáltatást tekintenek indokoltnak. Meglepő, hogy az elvileg anyagilag legjobban szituált 30–49 éves korcsoporton belül találtuk a többletköltséget ellenzők legnagyobb arányát 39,5%-al. A megkérdezettek 86,3%-a egyáltalán nem, vagy csak minimális mértékben hajlandó mélyebben a zsebébe nyúlni (**3. táblázat**). Németországban „örökzöld vitatéma” az infláció mértékét meghaladó hulladékkezelési díjemelkedés (Boros 2001). A legtöbb európai országban a szelektív gyűjtést az önkormányzatok végzik, de a felmerülő költségeket a kötelezetek megtérítik (Boros 2002). A GfK Piackutató Intézet által 2003. márciusában készített felméréséből is kitűnik, hogy a lakosság számára legkedvezőbb gyűjtési- és díjrendszert kell alkalmazni. A szelektív gyűjtés nyújtotta szolgáltatásokat elutasítók 17 százaléka két csoportra oszlik. A többség semmiképpen sem fordítana gondot a szelektív hulladékgyűjtésre. Kisebbséget alkotnak azok, akik akkor működnének együtt, ha anyagi előnyük származna belőle (GfK Piackutató Intézet 2004). Tudomásul kell venni, hogy a lakosság joggal vár kompenzációt a megelőzéssel és szelektív gyűjtéssel önként vállalt fáradozásokért (Kalas 1999).

3. táblázat: Az életkor és a hulladékkezelési díjak emelésének kapcsolata

<p>A szelektív hulladékgyűjtés bevezetése többletköltséggel jár a polgárok számára.</p> <p>A szemétdíj milyen mértékű emelését tudná elfogadni a szelektivitás bevezetése során?</p>						
<div> <div>emelés mértéke</div> <div>életkor</div> </div>		5-10 %	10-20 %	20-40 %	40 % felett is	semmilyen mértékűt
18-29	Számuk	73	37	10	2	24
	korosztály %-ban	49,7	25,2	6,8	1,4	16,3
	emelés %-ban	<b>37,8</b>	<b>46,8</b>	<b>55,6</b>	<b>100,0</b>	<b>18,6</b>
30-49	Számuk	70	22	6	0	51
	korosztály %-ban	47,0	14,8	4,0	0	34,2
	emelés %-ban	<b>36,3</b>	<b>27,8</b>	<b>33,3</b>	<b>0</b>	<b>39,5</b>
50-69	Számuk	44	14	2	0	43
	korosztály %-ban	42,7	13,6	1,9	0	41,7
	emelés %-ban	<b>22,8</b>	<b>17,7</b>	<b>11,1</b>	<b>0</b>	<b>33,3</b>
70 év felett	Számuk	6	6	0	0	11
	korosztály %-ban	26,1	26,1	0	0	47,8
	emelés %-ban	<b>3,1</b>	<b>7,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8,6</b>

A 70 év felettiak képviseltek egyedülként olyan korosztályt, ahol már mindenki hallott valamilyen formában a szelektív hulladékgyűjtés népszerűsítéséről. A legtöbben nem voltak megelégedve a reklámozás és informálás minőségével (59,7%). Külföldön is hasonló a helyzet, például Augsburgban egy lakótömb lakóinak 58%-a úgy érezte, hogy rosszul informáltak a helyi hulladékgazdálkodási rendszerről (Rommel 2002).

Az idősebb lakosok fontosabbnak tartják, hogy a szelektív gyűjtéssel kapcsolatos alapismereteket természetesen a megfelelő formában, már az óvodákban ismertessék a pedagógusok. Az 50 év feletti korosztályok az óvodát, míg a fiatalabb korcsoportok inkább az általános iskola alsó tagozatát választották a hulladékos alapismeretek legkedvezőbb oktatási helyszínéül. A felmérés résztvevői közül legtöbben (62,9%) az általános iskola alsó tagozatát tartották a legkedvezőbb időszaknak az alapismeretek tantervbe építéséhez (4. táblázat). Jelenleg az oktatás még esetleges. Az ISPA Hajdú-Bihar Megyei Hulladékgazdálkodási Program keretében a Nyíregyházán működő EMISSZIÓ Egyesület irányításával indult oktatás és továbbképzés. Az általános iskolások részére a megye minden szegletében tanárok és egyetemi, főiskolai hallgatók tartanak órákat, melyekben a környezettudatos viselkedésre és tevékeny, aktív közreműködésre hívják fel a diákok figyelmét. Látványos előadásokon ösztönöznek például a szelektív gyűjtésre.

4. táblázat: Az életkor és a hulladékgazdálkodási alapismeretek oktatásának kapcsolata

Ön mikor tartja fontosnak a szelektív gyűjtéssel kapcsolatos alapismeretek oktatását?					
életkor	intézmény neve	óvoda	általános iskola alsó tagozata	általános iskola felső tagozata	középiskola
	számuk				
18-29	számuk	42	79	22	4
	korosztály %-ban	28,6	53,7	15,0	2,7
	intézmény %-ban	<b>23,5</b>	<b>42,9</b>	<b>41,5</b>	<b>66,7</b>
30-49	számuk	60	65	24	0
	korosztály %-ban	40,3	43,6	16,1	0
	intézmény %-ban	<b>33,5</b>	<b>35,3</b>	<b>45,3</b>	<b>0</b>
50-69	számuk	61	34	6	2
	korosztály %-ban	59,2	33,0	5,8	1,9
	intézmény %-ban	<b>34,1</b>	<b>18,5</b>	<b>11,3</b>	<b>33,3</b>
70 év felett	számuk	16	6	1	0
	korosztály %-ban	69,6	26,1	4,3	0
	intézmény %-ban	<b>8,9</b>	<b>3,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>

A rendszeres használókat középpontba állítva megnéztük, hogy mekkora utat hajlandók megtenni a konténerekig, érdeklődnek-e a hulladékaik teljes életútja iránt és milyen vélemény fogalmazódott meg bennük a szelektív gyűjtéssel kapcsolatosan. Egy 2003-ban készült kutatási eredmény szerint a környezetkárosító hatás észlelése és a cselekvési hajlandóság erőteljes összefüggést mutat. A kutatás megállapításai szerint a szelektív hulladékgyűjtésre a lakosság csaknem fele (47%) mutat határozott hajlandóságot, a környezetbarát csomagolású termékek használatára (41%) és a szemetelés elhagyására (33%) lenne leginkább hajlandó. (Bognár 2003). A Medián által végzett felmérés szerint a szelektív hulladékgyűjtés szolgáltatást egyelőre igénybe nem vevők 44%-a biztosnak, 40%-a valószínűnek véli, hogy ha a lakóhelyén megszerveznék, részt venne a szelektív hulladékgyűjtésben. Az is kitűnt a felmérésből, hogy a magasabb iskolázottságúak pozitívabban állnak a részvételhez. (Karácsony 2003).

A mi felmérésünk során a rendszeres használók körében talákoztunk legnagyobb számban azokkal, akik érdeklődést mutattak a kidobott és a háztartásokban szelektíven elkülönített hulladékok iránt.

A felmérés alapján a következő tézis fogalmazható meg: az anyagi ösztönzés és a díj differenciálás nagy eséllyel ténylegesen arra sarkallná a pol-

gárokat, hogy rendeltetésszerűen és rendszeresen igénybe vegyék a szelektív hulladékgyűjtést. A válaszadók közül legtöbben a díj differenciálásban látják a leghatékonyabb kényszerítő eszközt (41,5%).

A felmérés alanyainak 69%-a maximum 200 méteres távolságot tart elfogadhatónak a szigetek elhelyezésénél. A rendszeres használók hajlandók a legtöbb utat megtenni a konténerekig. Az 50 m-nél kevesebbet „bevallók” csupán 14,3%-a volt rendszeres használó és az 500 m-nél nagyobb útra is hajlandóknak 55,8%-a volt ugyancsak rendszeres igénybevevő (5. táblázat). Az eddigi tapasztalatok szerint optimális elhelyezésű gyűjtőszigetek kialakítását úgy kell megvalósítani, hogy a tervezett ráhordási távolság gyalogosan ne legyen több 200-300 m-nél az adott „körzetben” (Köztisztasági Egyesülés 2003).

5. táblázat: A szelektív gyűjtőszigetek használatának és a lakosok által megtett út hosszának a kapcsolata

Mekkora út megtételére hajlandó a kihelyezett szelektív hulladékgyűjtő konténerek igénybevételéhez?								
megtett út használat		50 m-nél kevesebbet	50-100 m	100-200 m	200-300 m	300-400 m	400-500 m	500 m-nél többet is
rendszeresen	számuk	10	34	33	13	5	11	24
	használat %-ban	7,7	26,1	25,4	10,0	3,8	8,5	18,5
	úthossz %-ban	14,3	25,7	37,1	31,0	24,0	45,8	55,8
alkalmanként	számuk	36	62	43	22	12	12	14
	használat %-ban	17,9	30,8	21,4	10,9	6,0	6,0	7,0
	úthossz %-ban	51,4	47,0	48,3	52,3	57,1	50,0	32,6
soha	számuk	24	36	13	7	4	1	5
	használat %-ban	26,4	39,6	14,3	7,7	4,4	1,1	5,5
	úthossz %-ban	34,3	27,3	14,6	16,7	18,9	4,2	11,6

Határozottan kijelenthető, hogy ha a megkérdezett nem hajlandó háztartásában a szelektív gyűjtésre, akkor nem hajlandó nagyobb út megtételére sem. Az elutasítók majd 80%-a csak maximum 100 m-t jelölt meg a kérdőívben. 500 m-nél többet pedig kizárólag azon lakosok jelöltek meg elfogadható ráhordási távolságként, akik hajlandóságot mutatnak az otthoni szelektív hulladékgyűjtésre (6. táblázat). A már említett, Augsburgban végzett felmérés szerint a lakosok 81%-a pozitívan áll hozzá az otthoni szelektív gyűjtés gondolatához és 74%-uk lát is esélyt annak megteremtésére (Rommel 2002). Azok a polgárok, akik nem hajlandók a háztartásukban termelődő hulladékaikat szelektíven gyűjteni, azok minimális érdeklődést mutatnak a hulladékok további sorsa iránt is.

6. táblázat: A szelektív hulladékgyűjtés igénybevételének és a lakosok által megtett út hosszának a kapcsolata

Mekkora utat hajlandó azért megtenni, hogy összegyűjtött hulladékát a konténerekben elhelyezze?								
megtett út igénybevétel		50 m-nél kevesebbet	50-100 m	100-200 m	200-300 m	300-400 m	400-500 m	500 m-nél többet is
igen	számuk	48	112	82	40	20	23	43
	igénybevétel %-ban	13,0	30,4	22,2	10,8	5,4	6,2	11,7
	úthossz %-ban	<b>68,6</b>	<b>84,8</b>	<b>92,1</b>	<b>95,2</b>	<b>95,2</b>	<b>95,8</b>	<b>100,0</b>
nem	számuk	22	20	7	2	1	1	0
	igénybevétel %-ban	41,5	37,7	13,2	3,8	1,9	1,9	0
	úthossz %-ban	<b>31,4</b>	<b>15,2</b>	<b>7,9</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>

A kérdőívek alapján sajnos a város minden második polgára találkozik „olykor” a konténerek telítettségével. A probléma eredhet egyfelől a rendszeres használatból. Másrészt feltételezhető, hogy bizonyos gyűjtőszigetek esetén nem elegendő a jelenlegi ürítési gyakoriság. Minden negyedik válaszadó messze elkerüli a konténereket, vagy egyszerűen nincs lehetősége azok igénybevételére. Egy másik felmérés szerint a megkérdezettek 84%-a vállalná a szelektív hulladékgyűjtést, de ezt egy részük csak a hulladékdíj csökkenése, illetve a külön válogatott hulladékért járó juttatás mellett tudná elképzelni. A megkérdezettek nagy része (48%) viszont csak abban az esetben hajlandó ezt vállalni, ha a házatól viszik el a külön válogatott hulladékot (Hartman 2001). A magukat alkalmi használónak vallók aránya igen magas, de ez egy évre kivetítve jelenthet akár jelentéktelen számú használatot is.

A szelektív gyűjtésről összességében alkotott véleményt jelentékenyen befolyásolta az, hogy a felmérés alanya használója a konténereknek vagy sem, és ha igen, akkor milyen mértékben. A pozitív és inkább előnyös véleményt formálók nagy többsége rendszeres vagy alkalmi használónak vallotta magát (7. táblázat). A negatív véleményformálást inkább a szolgáltatást igénybe nem vevőknél tapasztaltuk. Összességében azonban a felmérés résztvevőinek 88,4%-a kedvezőnek ítéli meg a szelektív hulladékgyűjtés terén végzett városi fejlesztéseket. E megállapításunk egybevág Fazekas (2001/a) eredményeivel, mely szerint a hazai lakosság 60–70%-a a jövőben potenciálisan bevonható a szelektív hulladékgyűjtésbe. A GfK Piackutató Intézet által 2003. márciusában készített felmérés szerint a szelektív hulladékgyűjtéshez pozitívan viszonyul a felnőtt lakosság döntő többsége. A megkérdezettek 60 százaléka, ha lenne rá lehetőség, szívesen részt venne a

szelektív hulladékgyűjtésben. A GfK felmérésében a magasabb iskolai végzettségűek körében felülreprezentált a pozitív beállítódás (GfK Piackutató Intézet 2004).

7. táblázat: A használat mértékének és a szelektív gyűjtésről kialakított véleménynek a kapcsolata

A szelektív gyűjtéssel kapcsolatosan Önben milyen vélemény fogalmazódott meg az eddigi pár év során?					
vélemény		pozitív	inkább előnyös	inkább negatív	negatív
használat					
rendszerezésen	számuk	58	64	7	1
	használat %-ban	44,6	49,2	5,4	0,8
	vélemény %-ban	<b>39,2</b>	<b>28,6</b>	<b>17,0</b>	<b>12,5</b>
alkalmanként	számuk	60	120	17	4
	használat %-ban	29,9	59,7	8,5	2
	vélemény %-ban	<b>40,5</b>	<b>53,6</b>	<b>41,5</b>	<b>50</b>
soha	számuk	30	40	17	3
	használat %-ban	33,3	44,4	18,9	3,3
	vélemény %-ban	<b>20,3</b>	<b>17,8</b>	<b>41,5</b>	<b>37,5</b>

### Következtetések

A dolgozat alapján megállapítható, hogy Debrecenben az emberek döntő többsége pozitívan áll hozzá a szelektív hulladékgyűjtés gondolatához és hajlandók is tevékenyen részt venni benne. A költségeket és a ráhordási távolságot figyelembe véve már árnyaltabb képet kapunk. A legtöbben készségesen válaszoltak a feltett kérdésekre. A válaszok teljes körű kiértékelése során nyilvánvalóvá vált, hogy a „kemény változók” függvényében csekély számú kapcsolat fedezhető fel az egyes kérdésekkel. Olyan kapcsolatokat és összefüggéseket is felfedeztünk az adatok összevetése során, melyekre előzetesen egyáltalán nem számítottunk. Például az életkor meghatározta a hulladék-lerakók és égetőművek létesítésével kapcsolatosan kialakított véleményt (lásd **2. táblázat**), vagy a szelektív gyűjtéshez kapcsolódó alapismeretek oktatásáról alkotott nézetet (lásd **4. táblázat**). A célkitűzésként megfogalmazott kérdésekre többnyire a szakirodalomban fellelhető válaszokhoz közel álló eredményt kaptunk:

- a mi munkánk is alátámasztotta azt az egész országban tapasztalható (országos felmérések és közvélemény kutatások által bizonyított) felfogást, hogy a lakosok nagy arányban hajlandók a szelektív hulladékgyűjtés mindennapos használatára, és többségükben tevékeny, aktív részesei is kívánnak lenni a szelektív hulladékgyűjtésnek;

- a nemi hovatartozás nem játszik szerepet a környezeti tudatos gondolkodás kialakulásában;
- a korcsoportok között lényegi véleménykülönbségek alakultak ki több kérdés esetében is, így a környezetvédelmi problémákkal, a hulladékok ártalmatlanításával, a közszolgáltatási díjak emelésével, a hulladékos alapismeretek oktatásával és a tájékozottsággal kapcsolatos kérdésekben;
- a hulladékgazdálkodásról alkotott társadalmi attitűdöt a végzettség lényegesen nem befolyásolja;
- a környezetvédelmi gondok között fontossági sorrendben a hulladék okozta problémák csak a víz/ivóvíztisztaság és a levegővédelem után következnek;
- a debreceni háztartásokban keletkező hulladékok közül legnagyobb mennyiség a konyhai frakció, ezt követi a papír, a műanyag és a kerti hulladék;
- a lakosság a lerakók létesítésével szemben jóval nagyobb arányban elutasító, mint az égetőművekkel kapcsolatosan;
- a lakosság a leghatékonyabb, szelektív gyűjtést kikényszerítő eszköznek az anyagi ösztönzést és a díj differenciálást tartja;
- az érintettek a hulladékgazdálkodási alapismeretek oktatásának legkedvezőbb oktatási helyszínként az általános iskola alsó tagozatát jelölték meg;
- a megkérdezettek nagy része egyáltalán nem, vagy csak minimális mértékben hajlandó többletköltségeket vállalni a szelektív gyűjtés teljes körű bevezetése esetén;

Magyarországon gyakran a tényleges, tevőleges „részvételnek” egyetlen hátráltatója a szükséges infrastruktúra hiánya.

## Irodalom

- A.K.S.D. Városgazdálkodási Kft. (2004): Debrecen megyei jogú város hulladékgazdálkodási terve 2004-2008. 32/2004. (IX. 10.) Kr. Rendelet melléklete p. 1–70.
- Bognár E.** (szerk.) (2003): Luxuscikk vagy alapszükséglet? Környezetvédelmi aktivitás Magyarországon – egy felmérés eredményei. WWF Magyarország, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium valamint a Cognitive Kft. egy 2003-ban végzett kutatássorozata. ([www.zoldmagazin.hu](http://www.zoldmagazin.hu))
- Boros T.** (2001): A települési hulladékok kezelésének gazdaságossága – benchmarking: magán- vagy közszféra? Környezetvédelmi Füzetek, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, p. 1–36.



- Boros T.** (2002): A szelektív hulladékgyűjtés gazdasági, logisztikai és ökológiai kérdései. Környezetvédelmi Füzetek, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, p. 1–52.
- Fazekas I.** (2001/a): Az Európai Unió környezetvédelmi politikája és a magyar integráció. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, p. 99–105.
- Fazekas I.** (2001/b): A lakosság környezetvédelmi orientációjának vizsgálata a Tisza mentén. Területi Statisztika, 4. (41.) évf. 3., Regiszter Kiadó és Nyomda Kft., Debrecen, p. 254–255.
- GfK Piackutató Intézet (2003): Szelektív hulladékgyűjtés: Együttműködni a lakosság többsége. Népszerűbb az eldobható mint a betétes palack. ([www.gfk.hu/sajtokoz/junius2003/etksuvegbetet.htm](http://www.gfk.hu/sajtokoz/junius2003/etksuvegbetet.htm))
- Hartman M.** (2001): GATE Zöld Klub, a Szent István Egyetem Környezetgazdálkodási Intézete, valamint a CERES HG Bt. közös pályázata. Térségi hulladékgazdálkodás, Modellértékű program, Közép-Magyarországi Regionális Fejlesztési és Szolgáltató Kht. „Hulladékgazdálkodási pilot-program kidolgozása” c. pályázata. ([www.zoldklub.hu](http://www.zoldklub.hu))
- Kalas Gy.** (1999): Hulladékgazdálkodási cselekvési program (tevékenységi lista). ([www.kukabuvvar.hu](http://www.kukabuvvar.hu))
- Karácsony G.** (2003): Önt mivel lehetne rávenni arra, hogy részt vegyen a szelektív hulladékgyűjtésben? (A MEDIÁN felmérése a Magyar Hírlap megbízásából november 7-e és 10-e között.). ([www.median.hu](http://www.median.hu))
- Köztisztasági Egyesülés munkacsoportja (2003): A települési szilárd hulladék szelektív kezelésének módszerei, alkalmazási lehetőségei. Hulladékgazdálkodási Szakmai Füzetek 4. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztály, Budapest, p. 1–45.
- Lakatos Z.** (2004): Életstílus és választói piac. Az életstílus-változók szerepe választói döntés és a pártpreferencia alakításában a rendszerváltást követő másfél évtizedben. PMSZ Konferencia, Budapest, 2004. november
- Misik T.** (2004): Települési szilárd hulladék szelektív gyűjtése az Észak-alföldi régióban és az EU-ban. Környezetvédelmi orientáció vizsgálata Debrecenben. (diplomadolgozat)
- Nádudvari Z.** (2002): A környezetvédelem és az Európai Unió előcsatlakozási (PHARE, ISPA, SAPARD) támogatásai. Környezetvédelmi Füzetek, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, p. 1–44.
- Országos Hulladékgazdálkodási Terv (OHT) 2003-2008., 2002. július
- Rommel W.** (2002): Mülltrennung im Studentenwohnheim „Lechbrücke”. Fachbereich Maschinenbau / Umwelttechnik.
- Zöldtárs Közhasznú Környezetvédelmi Alapítvány és az Ifjúsági Unió (2005): Környezetvédelmi felmérés Tolnában. MTV Magazin. ([www.mtv.hu](http://www.mtv.hu))

## Éghajlatváltozások bizonyítékai a Bükkalján geológiai feltárások alapján

Dobos Anna<sup>\*</sup>

Környezettudományi Tanszék

**Abstract:** Evidences of climatic changes in the Bükk Foreland based on geological profiles. Everybody take interest in climatic changes and their consequences today. That is why, we have studied three geological profiles in detail in the Bükk Foreland next to Tard and Bogács. Different sediment layers were deposited here from the Upper Pannonian (Upper Miocene) to the Upper Pleistocene. According to the sedimentological investigation cyclical climatic changes can be demonstrated here. After the Upper Pannonian, the Lake Pannonian were dried up and new, fluvial sediments were appeared around Tard and south of Bogács. We could investigate lacustral, fluvial, aeolian, gelisolifluctional sediments deposited in different layers. These sediments verify semiarid (?); warm and humid; cold and dry or cold and humid (periglacial) climatic conditions. We could find stratigraphic hiatus in sediment layers in some places because of the erosion and valley deepening of the Hór stream and Tard stream. All of geological profiles show that cyclical climatic changes were in the northern part of the Bükk Foreland between 8,5 and 0,01 million years ago. Therefore climatic change, that will appear in the future, can regard as a natural landscape development process.

### Bevezetés

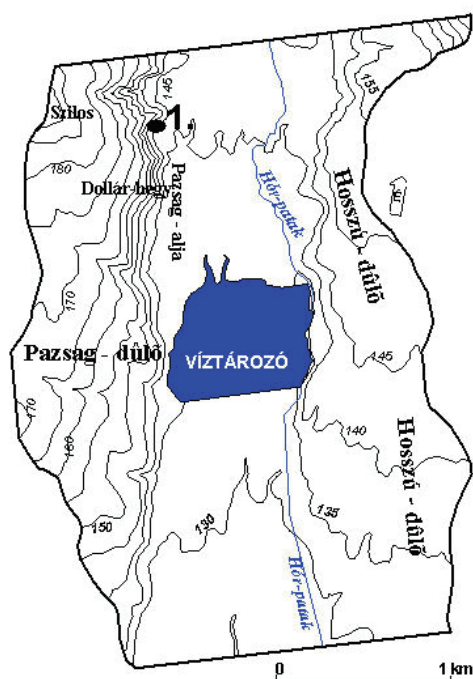
Napjainkban szinte mindenkit foglalkoztat az esetleges éghajlatváltozás, illetve annak következménye. A földtörténet folyamán bekövetkezett, egymást követő éghajlatváltozások napjainkban már bizonyítottak. A hajdani események folyamatai és eredményei ma egy-egy felhagyott bányaudvar, geológiai alapszelvény, vagy egy út menti feltárás keresztmetszetében tárulnak fel. Jelen tanulmányban arra teszünk kísérletet, hogy bemutassuk milyen

---

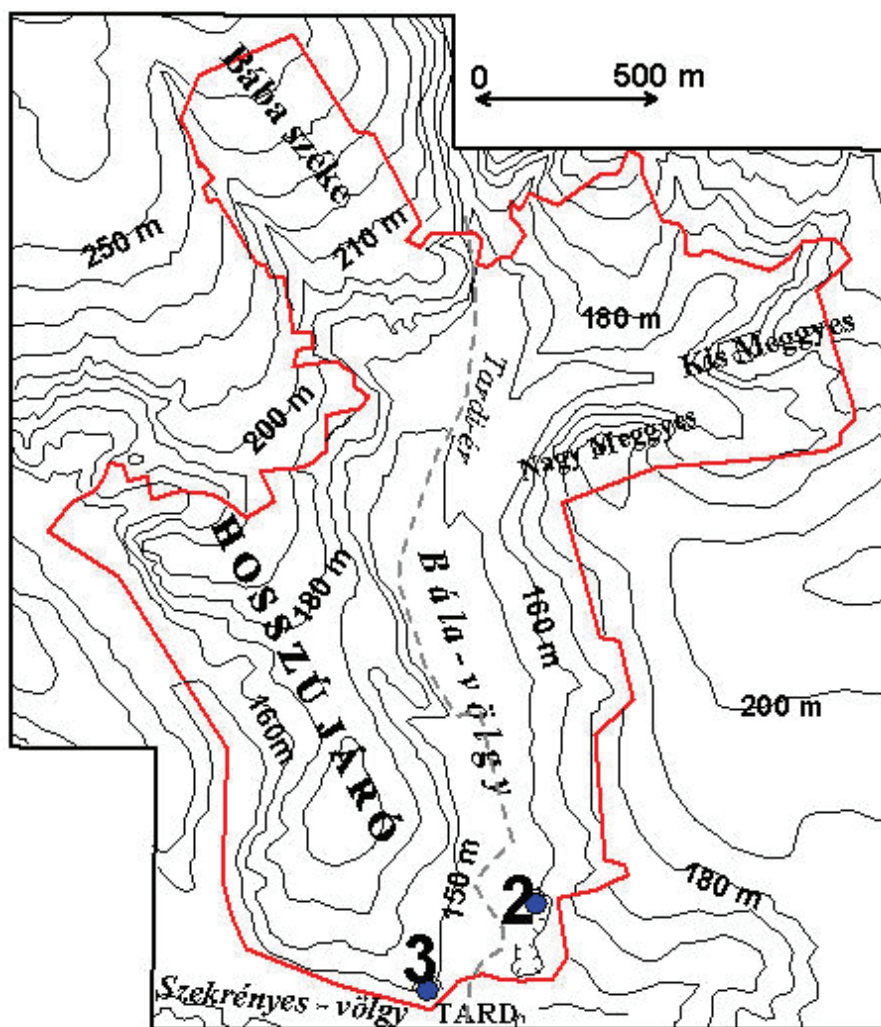
<sup>\*</sup> A dolgozat elkészítését az OTKA és a MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíja támogatta.

változások regisztrálhatók a Bükkalja felszínfejlődésében a felsőmiocén pannóniai emelete és a felsőpleisztocén között, Bogács és Tard környezetében. A bekövetkező éghajlatváltozások rekonstruálásához három geológiai feltárás részletes szedimentológiai elemzését használjuk fel.

A kiválasztott feltárások a Bükkvidék *nagytáj*on, a Bükkalja *középtáj*on s ezen belül az Egri-Bükkalja *kistáj* délkeleti részén helyezkednek el. A kutatási mintaterületek az Egri-Bükkalja 126 és 480 m tszf-i magasságú, enyhén D-DK felé lejtő, tagolt hegységelőteri dombságán fekszenek (Marosi – Somogyi, 1990). Az **1. feltárás** a Hórvölgyi víztározótól 1 km-rel északra fekszik, ahol a magasabb folyóvízi terasz (10 m) és a Hór-patak holocén (I. sz.) folyóvízi terasza találkozik (1. ábra). A **2. és 3. feltárás**, mint felhagyott bányaterület Tard község északi határában és a védett *Tardi-legelő Természetvédelmi Terület* déli peremén fekszik (2. ábra). A **2. feltárás** Tardtól 500 m-rel északra, a Bála-völgy keleti torkolati szakaszán lévő felhagyott homokbánya területén tárja fel az egyes kőzetretegeket, míg a **3. feltárás** az előbbtől 550 m-rel nyugatabbra található, a Bála-völgy nyugati torkolati szakaszán.



1. ábra: A hór-völgyi (1. sz.) feltárás topográfiai helyzete



2. ábra: A tardi 2. és 3. sz. feltárások topográfiai helyzete  
(a bejelölt terület a Tardi-legelő Természetvédelmi Területe)

### Kutatási módszerek

A kiválasztott feltárások elemzése során az alábbi kutatási módszereket alkalmaztuk:

- beszereztük a kutatási területek 1:10 000 méretarányú *topográfiai térképeit* és 1:50 000 méretarányú *geológiai térképeit* (Pelikán et al, 2002);

- terepi kiszállások során feltérképeztük a kijelölt és felhagyott bányaterületek, falbevágások környezetét, illetve a bányákban talált üledékszinteket;
- a falakról és az ott látható üledékrétegekről *metszetrajzokat és digitális fotókat* készítettünk;
- terepen megvizsgáltuk a feltárások különböző szintjeinek üledékeit;
- a bányafalak üledék- és talajrétegeiből mintákat gyűjtöttünk be;
- a begyűjtött üledék- és talajminták szemcseösszetételének meghatározása laboratóriumban szitászor segítségével történt. Ezzel a módszerrel a következő frakciókat különítettük el: *kavics* (10–5,00 mm), *murva* (5,00–2,00 mm), *durva szemű homok* (2,00–0,5 mm), *közép szemű homok* (0,5–0,2 mm) és *apró-, finom-, igen finom szemű homok, iszap, agyag* (<0,2 mm). Sajnos a 0,2 mm-nél kisebb szemcsék elkülönítésére Khön-pipetta nem állt rendelkezésünkre;
- végül a kutatási területek geomorfológiai sajátosságait, morfológiai helyzetét térképeztük fel.

## Geológiai feltárások a Bükkalján

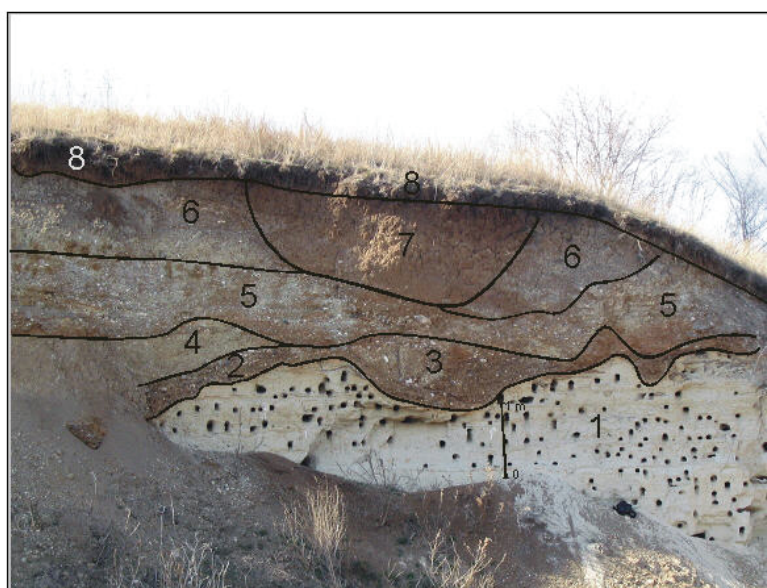
### I. A hór-völgyi feltárás (1. feltárás)

A *hór-völgyi feltárás* a Hór-völgyi víztározó északnyugati részén, közvetlenül a Hór-patak árterének nyugati peremén egy *felhagyott homokbányában* található (1, 3a/b. ábra). A feltárás rétegsorai a **Zagyvai Formáció** (8,9–8,6 millió év) pannon homokját, illetve az erre települt változatos összetételű negyedidőszaki pleisztocén üledéksort mutatják be (3/a. ábra).



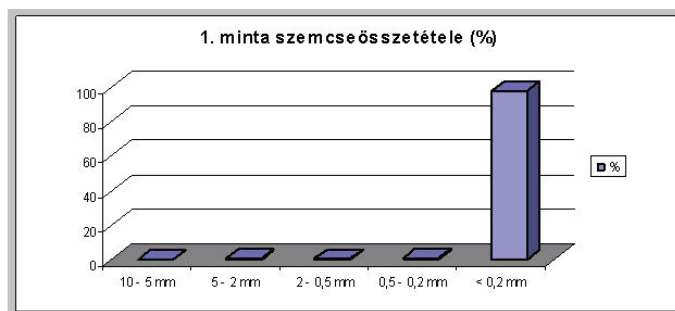
3/a. ábra: A hór-völgyi feltárás keresztmetszete a felhagyott homokbányában

A bánya **1. rétegét** pannon homok (*Zagyvai F.*) építi fel (3a/b. ábra). A felsőpannóniai rétegeket képviselő **Zagyvai Formáció** alluviális síkságon – ártéren, folyómedrekben, mocsarakban, vagy sekély tavakban képződött. Fluviális és tavi eredetű, laza, vékonypados, sűrűn rétegzett összlet, amelyen belül gyakori a közép- és finomszemű homok, agyag, aleurit és homokkő sávok váltakozása. Az üledékben általában ún. „tarka agyag”-ként leírt paleotalajszintek is előfordulhatnak (Juhász–Gajdos–Pap–Németh, 1996). Feltárásunk összeleteiben a finom- és középszemcsés frakció dominál. A feltárás mintájának 98,054%-a a 0,2 mm-nél kisebb szemcsekategóriába esik. A kavics, murva, durva- és középszemű homok aránya elenyésző, e kategóriák együttesen 1,946%-ot mutatnak. A durvább szemcsék között folyóvízi eredetű mészkő kavics, kvarcit és homokkő murva található (4. ábra). A minta tehát zömében az apró-, finom-, nagyon finom szemű homokot, iszapot és agyag frakciót foglalja magába. Az anyag zömmel fehér *apró kvarchomokból* áll, a minta kiszáradást követően könnyen szétesett, így agyagtartalma elhanyagolható.



3/b. ábra: A hór-völgyi feltárás közelképe a felhagyott homokbánya jobb oldalán. Az 1. rétegben gyurgyalag telepek láthatók.





4. ábra: A bányafal 1. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

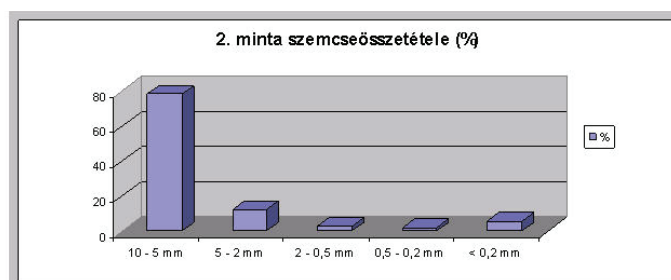
A fehér pannon homokra diszkordánsan egy durvább, nagyobb méretű, folyóvíz által szállított kavicsokat magában foglaló réteg (2. réteg – 3/b. ábra) települ. A két közet határa jól elkülöníthető, a határt egy 0,5 cm vastagságú *vaskéreg* képviseli (5. ábra). A mintában a kavics frakció uralkodik (78,53%), 12,15% a murva, 5,29% a 0,2 mm-nél kisebb szemcsék aránya, és elenyésző a durva szemű homok (2,43%) és közepes szemű homok mennyisége (6. ábra). A réteg kavicsanyagában lekerekített felületű anyagot találunk, benne radiolarit, mészkő, kvarcit, breccsa, agyagpala, homokkő és meszes kötőanyagú konglomerátum ismerhető fel. A durva szemcséjű homok tartományában már megjelennek a kvarcsemmcsék, s a 0,2 mm-nél kisebb frakcióban apróbb kvarc, biotit és vöröses színű, magas agyagtartalmú ásvány található. Ez utóbbi összetétel anyaga kötöttebb, több benne az agyagtartalom.



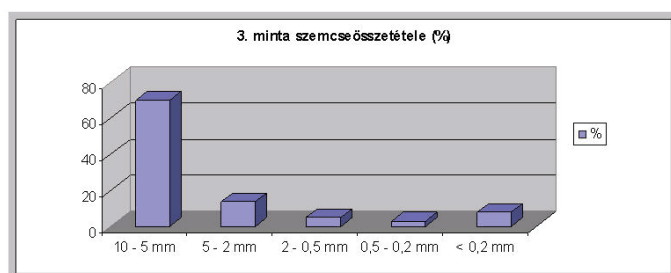
5. ábra: A bányafal 2. rétegének alsó határa (*vaskéreg*), illetve a réteg kavicsanyaga

A 3. réteg középső részén egy kisebb folyóvízi meder található (3/b. ábra). Itt a kavicsok, murvák elhelyezkedése félköríves mintázatot mutat, ami a

*meder fokozatos feltöltődésére* és turbulens mozgások jelenlétére utalhat. Az innen származó 3. minta szemcseösszetételében a kavics (70,06%) és a murva (13,89%) frakció dominál. Ezek anyaga szintén koptatott, lekerekített, folyóvíz által szállított üledék, amely fehér Bervai és szürke Felsőtárkányi mészköveket, homokkövet, konglomerátumot, agyagpalát és kvarcitot tartalmaz (7. ábra). A 3,15 és 2 mm-es szemcsetartományban már radiolarit- és kalcitdarabok, illetve kvarcsejtszemcsék is megjelentek. A durva szemű homok aránya 5,08%, a közepes szemű homok aránya 2,98%. A minta 0,2 mm-nél kisebb tartományában apró-, finom és nagyon finom szemű homok, iszap és agyag található (7,99%).



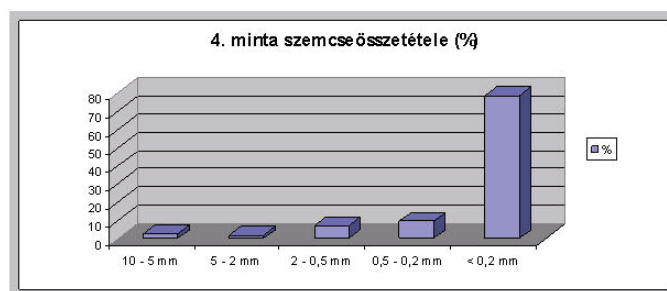
6. ábra: A bányafal 2. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)



7. ábra: A bányafal 3. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

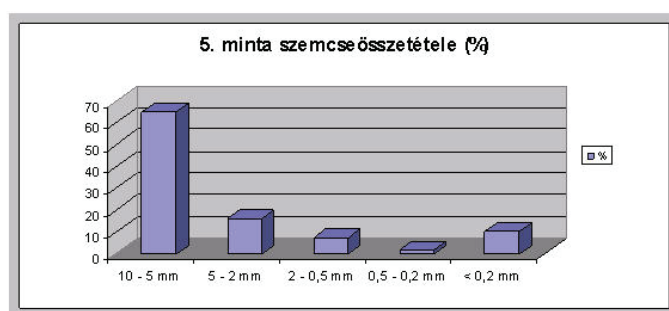
A feltárás baloldalán látható **szürke színű 4. réteg** a 2. réteg fölött egy *mederkitöltés anyaga* (3/a-b. ábra). Itt a finomabb frakciók túlsúlya mutatható ki. A 0,2 mm-nél kisebb szemcsék az anyag 78,79%-át teszik ki. Kiszáritás után ez a minta kötött volt, felületén polygonális elválás volt látható, ami nagy agyagtartalmára utal. Anyagában kvarc, biotitszemcsék, agyagásványok fordulnak elő, döntően homokos agyag. A kavics (2,65%), a murva (2,13%), a durva szemű homok (6,83%) és a közép szemű homok (9,6%) a minta kisebb részét teszi ki (8. ábra).





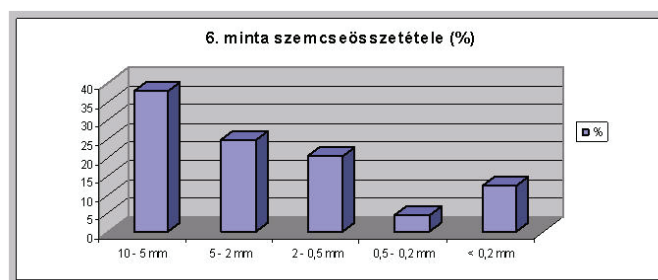
8. ábra: A bányafal 4. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

A bányafal **5. rétegében** található szürkés, vöröses árnyalatú folyóvízi anyag a 3. és 4. rétegre települt (3/b. ábra). A rétegben párhuzamos murva és kavicsávok jelennek meg. A begyűjtött minta anyagában a durvább szemcseátmérő uralkodik (9. ábra). A kavics aránya 64,77%, a murva aránya 16,27%. Mindkét frakció lekerekített folyóvízi üledék jelenlétét mutatja, amelyben radiolarit, fehér és szürke mészkő, agyagpala, meszes kötőanyagú konglomerátum, kvarcit és homokkő található. A kavics anyaga kisebb átmérőjű, mint a 2. rétegben. Jelentős a finomabb frakció jelenléte is, a 0,2 mm-nél kisebb átmérőjű anyagok 10%-ot tesznek ki. Ennek anyaga nagyrészt világos szürke színű apró homok és lösz frakció, kevés agyagtartalommal. A durva szemű homok aránya 7,28%, a közép szemű homok aránya pedig 1,68%.



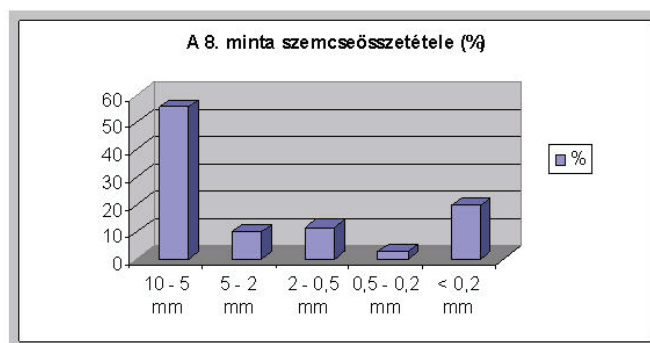
9. ábra: A bányafal 5. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

A feltárás szürke színű **6. rétegében** az egyes összetevők már közel azonos arányban képviseltetik magukat. Az összlet folyóvíz által szállított eredetű üledék, amelyben a kavics 37,76%, a murva 24,71%, a durva szemű homok 20,54% és a 0,2 mm-nél kisebb frakció 12,38%. A kavics és murva anyaga mészkő, lekerekített riolittufa, radiolarit, kalcit, kvarcit és agyagpala. A 0,2 mm-nél kisebb szemcséjű anyagban jelentős az agyagtartalom (10. ábra).



10. ábra: A bányafal 6. rétegéből származó 6. minta szemcseösszetétele (%)

A vöröses barna színű 7. réteg valószínűleg egy *delle-kitöltés anyaga*, amely a 6. réteg folytonosságát szakítja meg. Ez az összlet tálalakú formában jelenik meg, ahol nagyobb méretű folyóvízi eredetű kavics és murva frakció nem mutatható ki. Anyaga homogén, finomabb frakciójú üledék, zömmel homokos iszapos agyag (3/b. ábra). A 8. réteg feketés, sötétbarna színű anyaga zárja le a rétegsort, amelyben 55,67% kavics, 9,91% murva, 11,78% durva szemű homok, 2,89% közép szemű homok és 19,75% apró-, finom- és nagyon finom szemű homok, iszap és agyag található. A kavics és murva anyaga koptatott, lekerekített mészkő, radiolarit, kvarcit, kalcit és homokkő (11. ábra). A feltárás tetőszintjében ez utóbbi kavics és murva anyag a felszínen is jól látszik.



11. ábra: A bányafal 8. rétegéből származó 8. minta szemcseösszetétele (%)

A feltárás egyes rétegeinek elemzése után azt mondhatjuk, hogy a *fehér pannóniai homokra diszkordánsan egy folyóvízi üledéksor* települt (3/b. ábra). Mivel a mai felhagyott bányaterület a Déli-Bükk és az Alföld között helyezkedik el, itt a pannóniai korszak után lerakódott üledékrétegek az újabb és újabb akkumuláció és erózió hatásának voltak kitéve (a terület a

Hór-patak vízgyűjtőterületéhez tartozik). Az egyes üledékrétegek között tehát jelentős üledék hiátussal kell számolnunk.

A bányafal teljes területén 3 *folyóvízi meder* is kimutatható. A meder aljában található a feltárás legnagyobb méretű kavicsai, ezért azt kell feltételeznünk, hogy ez az üledék egy *nagyobb szintkülönbségekből adódó felszínlepusztulás és melegebb, csapadékosabb éghajlat* hatására alakult ki, amikor a bükki fedőüledékek pusztulása felélénkült. A medrek kitöltő anyaga változatos, a 3. rétegnél ezt nagyrészt körívszerűen rendeződött kavics és murva adja, míg a 4. réteg szélesebb medrében már a finomabb szemcsék (homok, lösz frakció) dominálnak. A lösz frakció megjelenése a magasabb térszínekről érkező áttelepített anyagra utalhat. Az 5. réteg egy kiegyenlített *folyóvízi feltöltésre* utal, hiszen párhuzamosan fekvő kavics és murva rétegek váltakoznak itt finomabb, apró homokba, nagyon finom homokba (lösz frakció) ágyazottan. A réteg felső részében több helyen is találhatóak több cm vastag és 20–30 cm hosszú *mészerek*. Ez esetleg arra utalhat, hogy a folyóvízi lerakódás megszakadtával a terület szárazföldi térszín volt és egy *szárazabb periódus* köszöntött be, ahol a lerakódott löszüledékből a párolgás mértékének növekedésével megindult helyenként a mészkiválás folyamata. Az 5. rétegre ezt követően egy újabb folyóvízi anyag települt. A 7. réteg egy hidegebb *periglaciális éghajlaton* keletkezett *delle képződmény* kitöltő anyaga. Mivel a delle alapja az 5. és a 6. rétegbe is benyúlik, azt feltételezhetjük, hogy a delle kialakulása már az 5. réteg lerakódásának záró szakaszában megkezdődött. A feltárás delle képződménye egy *hideg, nedvesebb klímaperiodust* feltételez a kutatási területen. A delle kitöltő anyaga vöröses barna színű homokos agyag, ami újabb éghajlati váltásra utal (*melegebb, nedvesebb környezet*). Ez az üledék a magasabb térszínnek áthalmozott *lejtőagyagja*. A feltárás utolsó, sötét barna, feketés árnyalatú **8. rétege** 30–20 cm vastagságban fedi be az említett rétegeket. Anyaga iszapos agyag, a rétegben jelentős mennyiségű, koptatott és lekerekített felületű kavics és murva található. A feltárás teteje 155 m tszf-i magasságú, ahol a felszínen nagy mennyiségű folyóvízi kavics (mészkő, kvarcit, radiolarit, homokkő, riolittufa, stb.) található. A tetőszint megegyezik a Hór-patak II/a. sz. terasz (10–15 m relatív magasságú) szintjével, amely a würmben (felsőpleisztocénban) alakult ki. Itt a magasabb szintek geliszoliflukciós áttelepítésű anyaga keveredhetett még a terasz kavics anyagába.

A bányától keletre eső, *holocénban* (10 200 év – napjainkig) keletkezett I. sz. teraszt többnyire folyóvízi kavics vagy durva homok borítja be, míg a Hór-patak széles árterén több méter vastag alluviális üledék rakódott le (kavics, murva, homok, iszap, agyagrétegek).

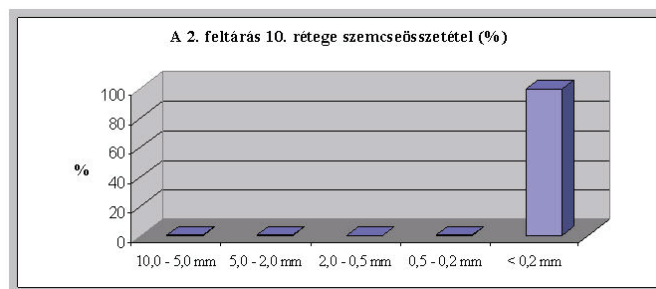
## II. A tardi 2. sz. feltárás

Tardon, a kijelölt két feltárás esetében a Bükkalja miocén vulkáni összleteit (21–13 millió év) fedő fiatalabb üledékrétegek jelennek meg eltérő morfológiai szituációban (Pinczés–Martonné Erdős–Dobos, 1993; Pentelényi, 2002; Szabó, 2005). A **2. feltárás** bányafala közvetlenül a Bála-völgy ártere mentén, a 10 m magas pleisztocén folyóvízi terasz oldalában fekszik. A feltárás (12., 15. ábra) nagy részét a *felső pannóniai Zagytai Formáció* építi fel (105–914 cm). Itt a kékesszürke homok- és sárgásszürke, vörösbarna foltos homokos agygrétegek váltakozása figyelhető meg, helyenként kavicsos homokrétegekkel.

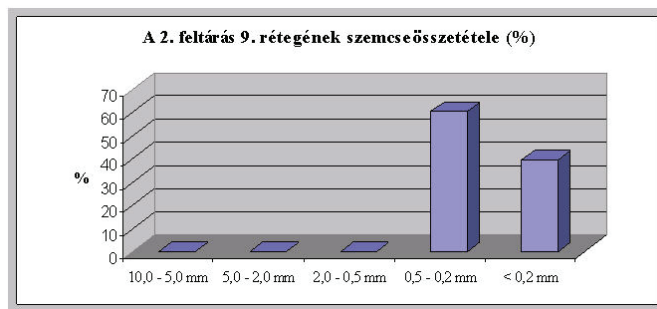


12. ábra: A Tardtól északra fekvő felhagyott homokbánya és a 2. feltárás vizsgált fala

A 0,2 mm-nél kisebb szemcseátmérőjű, finom homok és iszapos agyag a szelvény alsó és középső részén (744–914 cm, 642–724 cm és 483–568 cm között) jelentős arányban (99,23–99,46%) jelenik meg (13. ábra). 724–744 cm között az anyag durvább, a minta 39,52%-át 0,2 mm-nél kisebb szemcseátmérőjű anyag, míg 60,4%-át közép szemű homok építi fel (14. ábra).

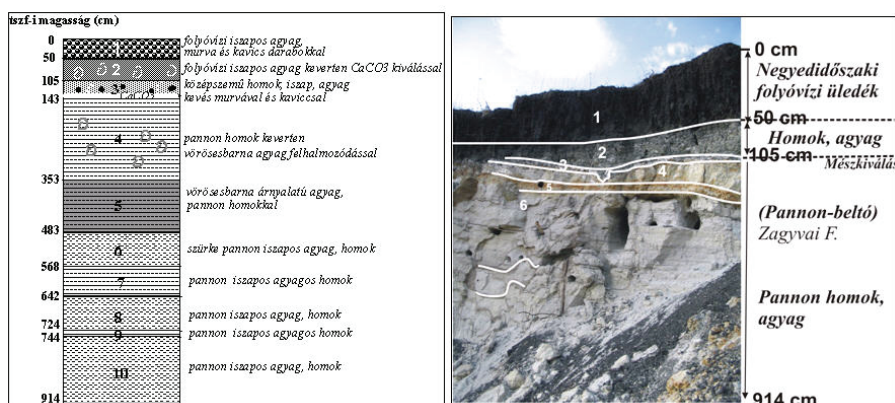


13. ábra: A 2. feltárás 10. rétegének szemcseösszetétele (%)

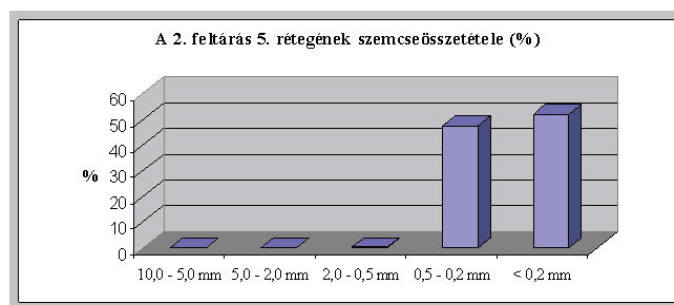


14. ábra: A 2. feltárás 9. rétegének szemcseösszetétele (%)

A **6. rétegben** (483–568 cm) az anyag 99,28%-a világosszürke színű finom iszapos agyag, homok. A mintában a közép szemű homok 1,024%-ot mutat, míg a murva és kavics frakció együttes aránya 0,48%. Az **5. réteg** vöröses barna színével jól elkülönül az előbbi rétegtől. A vöröses árnyalat megjelenése agyag felhalmozódására utal. Az előbbi szinthez viszonyítva csökken a finomabb szemcséjű frakciók megjelenése (15–16. ábra), s a durva szemű homok is csak kis mennyiségben (0,26%) található meg. Az anyag 47,61%-át közép szemű homok, míg 52,13%-át a 0,2 mm-nél finomabb szemcsetartomány adja.

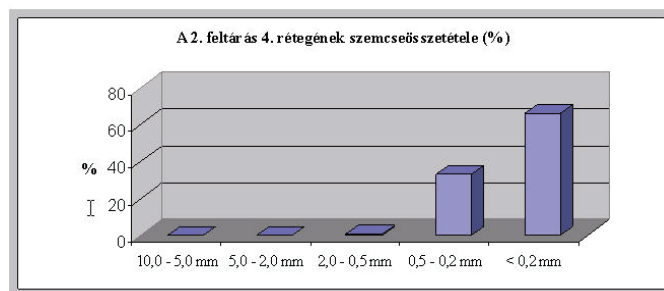


15. ábra: A tardi 2. sz. feltárás szelvénye



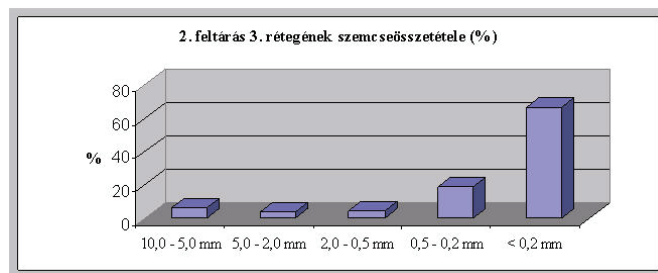
16. ábra: A 2. feltárás 5. rétegének szemcseösszetétele (%)

A **4. réteg** újra egy világos szürke színű pannon homokos réteg (143–353 cm), amelyben helyenként még keverten vörösesbarna színű agyag felhalmozódás látható (15. ábra). Az anyag nagy része finom homokból, iszapból (66,15%) és közép szemű homokból (33,1%) áll (17. ábra). A durva szemű homok aránya itt elhanyagolható (0,75%).



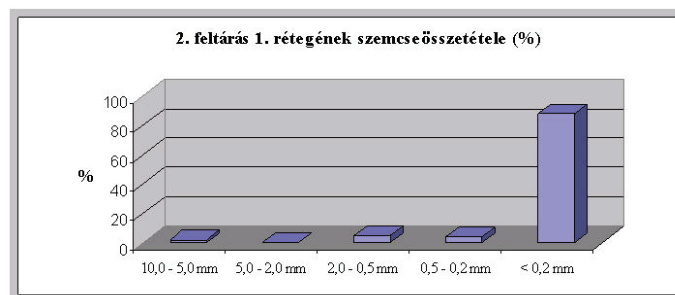
17. ábra: A 2. feltárás 4. rétegének szemcseösszetétele (%)

A pannon összletek tetején *kiszáradásra utaló mészfelhalmozódás* regisztrálható. A **3. réteg** (105–143 cm) anyagát  $\text{CaCO}_3$ -ban gazdag finom homok, iszap és agyag alkotja (18. ábra). A mintában a finom frakciók dominálnak, a 0,2 mm-nél kisebb szemcséjű anyagok aránya 67,03%. Jelentősebb a közép szemű homok (18,82%) mennyisége, ugyanakkor újdonság, hogy az előbbi rétegekkel ellentétesen a durvább frakciók is megjelennek (durva szemű homok: 4,18%, murva: 3,65%, kavics: 6,32%).



18. ábra: A 2. feltárás 3. rétegének szemcseösszetétele (%)

A **2. réteg** (50–105 cm) sötétebb szürke színű anyaga újra a finom szemcsésű frakció feldúsulását mutatja. A minta 100%-a folyóvízi finom homokos iszapos agyag. Erre a rétegre egy kevertebb anyagú és durvább sötét barna színű *folyóvízi üledék* települt. Az **1. rétegben** uralkodó az iszap és agyag frakció (88,2%). A durva és közép szemű homok 4,98–4,07%-ot mutat, míg a murva (0,53%) és a kavics (2,2%) frakció mennyisége elhanyagolható (19. ábra). A talajmintában talált murva és kavics koptatott, lekerekített felületű, így ez az anyag folyóvízi szállítási eredetére utal.



19. ábra: A tardi 2. feltárás 1. rétegének szemcseösszetétele (%)

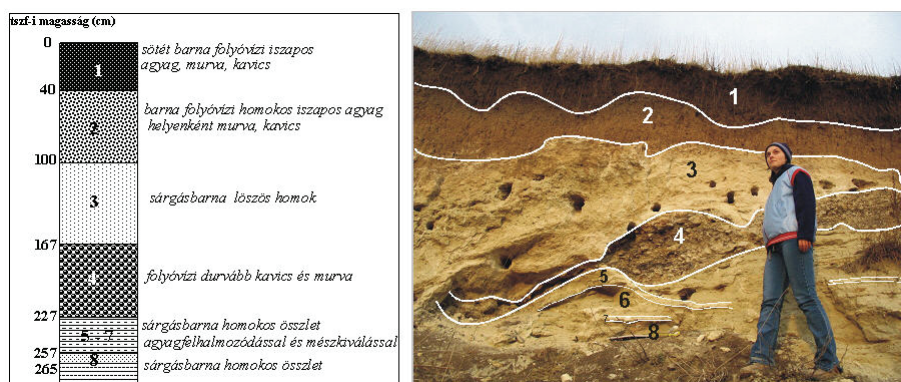
Összesítve a 2. feltárás egyes szintjeiben talált és elemzett üledékeket, azt mondhatjuk, hogy a szelvény alsó szintjeiben (483–914 cm) a pannon iszapos agyag és az iszapos agyagos homok váltakozása a Pannon-beltó egy-egy jelentősebb transzgressziós (tenger előrenyomulása) vagy regressziós (tenger visszahúzódása) folyamatát bizonyíthatja a partok mentén (5. ábra). Ekkor Tard és környéke ugyanis a *Pannon-beltó partvidékének övezetébe* esett, míg északabbra a Bükk hegység területe kiemelt pusztuló szárazföldi térszín volt (Borsy, 1987). A szürke színű pannon homokos iszapos agyag összlet 353 és 483 m mélyen vörösesbarna színű árnyalatú, mely az üledékben agyag felhalmozódásra utal. A vörösesbarna színű agyag keverten még a



4. rétegben is megjelenik, majd ezt a rétegsort 142 m mélyen egy  $\text{CaCO}_3$ -ban gazdag pár cm-es szint zárja le. Ez utóbbi szint azt jelzi, hogy a pannon összlet lerakódásának utolsó fázisában *melegebb, szárazabb (szemiarid – arid?) éghajlat* alakulhatott ki. Valószínű, hogy a ma 143 cm mélyen található üledék felszíne sokáig szárazulat volt, így a vizes pannon homok kiszáradt és a víz párolgásával párhuzamosan a vízben oldott  $\text{CaCO}_3$  a felszínen kivált. Ezek a folyamatok tehát egy *kiszáradási folyamatnak* és egy *klimaváltozási folyamatnak* is a bizonyítékai lehetnek. A 105 és 143 cm mélyen megjelenő meszes rétegben lekerekített felületű murva és kavics anyag is kimutatható. Ez az üledék felhalmozódás és a 2. réteg sötétebb szürke színű folyóvízi iszapos agyagja már azt jelzi, hogy a Bükk hegység magasabb területeiről a Bála-völgy kialakításában szerepet játszó Tardi-ér *folyóvízi üledéket* rakhatott itt le (az 1:50 000 topográfiai térképen a Tardi-ér Lator-patakként szerepel). A folyóvízi iszapos agyagban megjelenő „mészcsíkok” az anyag szárazföldi áttelepítésére utalnak. A szelvény üledéksorát végül az 1. réteg *folyóvízi eredetű iszapos agyagja* zárja, melyben már jelentősebb mennyiségű lekerekített felületű *murva és kavics anyag* is található. Mivel a feltárás tetőszintjének kialakulása a II/a. sz. folyóvízi terasz formálódásához kötődik, a felső két szint üledékei a felsőpleisztocénban (negyedidőszakban) keletkezettek, amikor a Tardi-ér völgymélyítésével, majd völgyszélesítésével kiformálta a terasz felszínét.

### III. A tardi 3. sz. feltárás

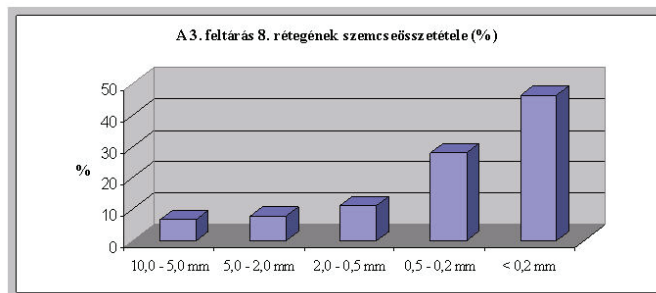
A **3. sz. feltárás** felhagyott bányafala a Bála-völgy nyugati torkolati szakaszán, a Hosszú-járó déli részén, a Tardi-értől nyugatra helyezkedik el. A 2. feltárástól délnyugati irányban 550 m-re fekszik (2., 20. ábra).



20. ábra: A tardi 3. sz. feltárás szelvénye (a 3. rétegben gyurgyalag telepek láthatók)

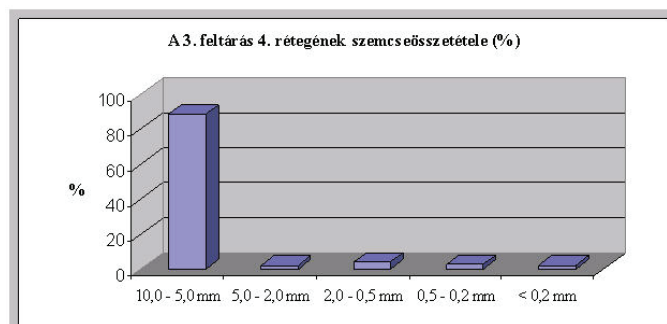


A 3. feltárás különböző szintjeiben a pannon homokra települt fiatalabb folyóvízi rétegsort tanulmányozhatjuk (20. ábra). Az alsó rétegekben változva jelennek meg a világos sárga színű könnyen széteső homok összetételek, amelyeket helyenként vörösesbarna színű agyagfoltok (6 és 8. réteg) és néhány cm vastag mészkiválás jellemez (7., 5. réteg). A 8. rétegben a durva és közép szemű homok az anyag 39,11%-át adja, de jelentősebb az apró-, finom- és nagyon finom szemű homok, iszap és agyag frakció aránya (46,31%). A kavics (6,57%) és a murva (8,01%) mennyisége alárendelt (21. ábra).



21. ábra: A 3. feltárás 8. rétegének szemcseösszetétele (%)

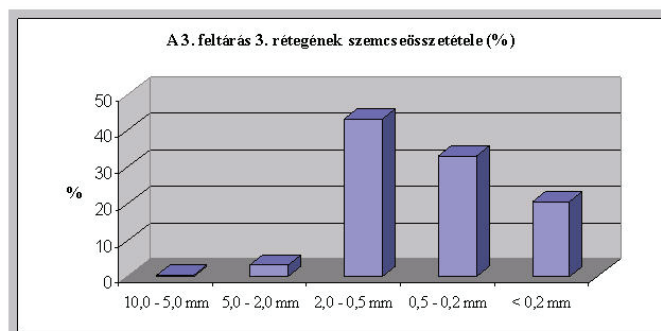
A 4. réteg (167–227 cm) esetében *durvább folyóvízi kavics és murva* rakódott le (22. ábra). A kavics anyagában ignimbrít kavicsok, mészkődarabok, illetve horzsakődarabok is felismerhetők. Az anyag 88,4%-a kavics, 2,44%-a murva. A homok, iszap és agyag együttes előfordulása 11,6%.



22. ábra: A 3. feltárás 4. rétegének szemcseösszetétele (%)

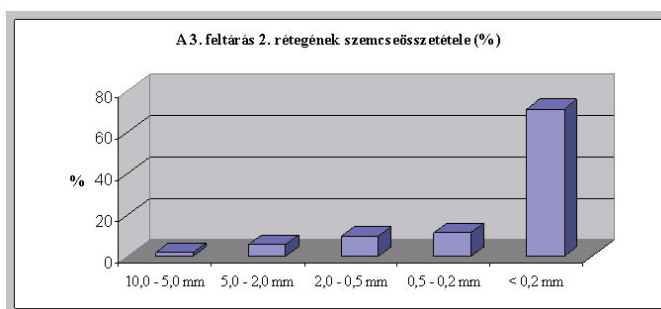
A 3. réteg (100–167 cm) egy világos sárgásbarna színű *lössös homok üledékszint*, amelynek nagy részét (43,14 és 33,1%-át) a durva és közép szemű homok építi fel (23. ábra). Jelentős a 0,2 mm-nél kisebb szemcséjű

anyagok mennyisége (20,53%) is, illetve az anyagba keverten helyenként murvát (3,01%) és kavicsot (0,22%) is találunk. A löszös homok rétegben számos gyurgyalag telep figyelhető meg.



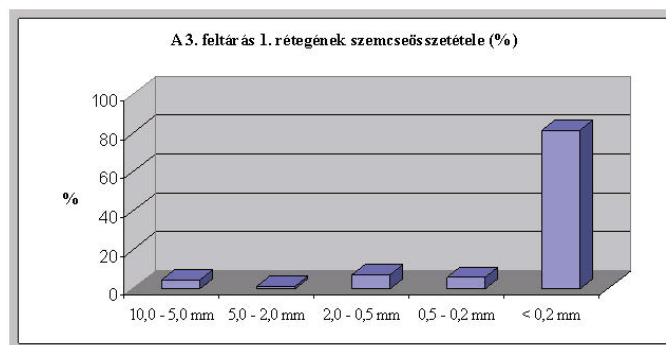
23. ábra: A 3. feltárás 3. rétegének szemcseösszetétele (%)

A **2. réteg** (40–100 cm) egy barna színű *folyóvízi homokos iszapos agyag* összlet, amelybe elvétele folyóvízi, lekerekített felületű murva és kavics darabok (5,68% és 1,85%) ülepedtek le (24. ábra). Az anyag nagyrészt 0,2 mm-nél kisebb szemcsékből épül fel (71%), a durva és közép szemű homok 10,07%-ot és 11,4%-ot mutat.



24. ábra: A 3. feltárás 2. rétegének szemcseösszetétele (%)

A sötétbarna színű **1. rétegben** (0–40 cm) egy *pleisztocén teraszfelszín anyagát* ismerhetjük fel (25. ábra). A mintában az apró-, finom- és igen finom szemű homok, iszap és agyag dominál (81,36%). A közép szemű homok (5,79%), a durva szemű homok (7,17%) a murva (1,1%) és a kavics (4,57%) frakció mennyisége itt alárendelt.



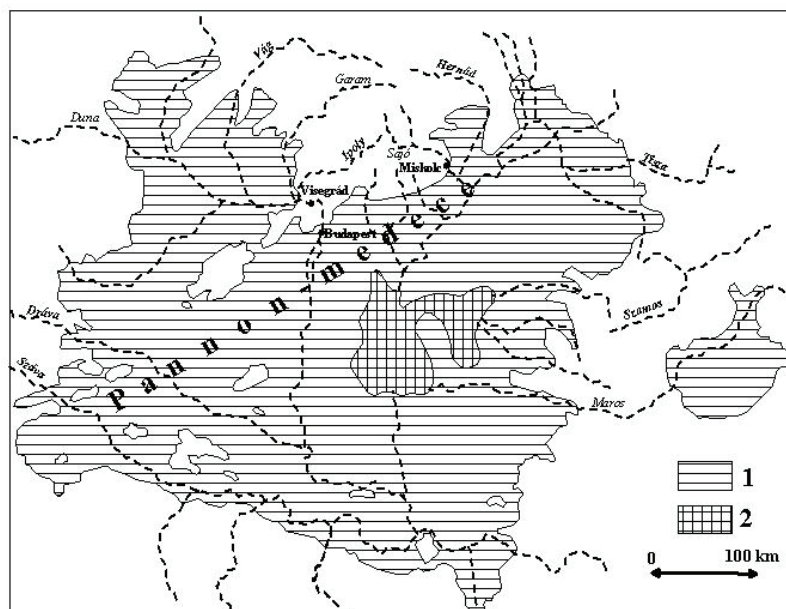
25. ábra: A 3. feltárás 1. rétegének szemcseösszetétele (%)

A 3. feltárásban, mint láthattuk, egy 285 cm vastag rétegsor tárul fel (20. ábra). A szelvény alsó harmadában (227–285 cm) a Pannon-beltő homokjára települve váltakozó rétegekben vörösesbarna színű agyaggal kevert iszapos agyagos homok rétegek és mészkiválásos sávok jelennek meg. Ezek a 2. feltáráshoz hasonlóan *szárazabb és melegebb klímahatásokra*, illetve a beltő parti sávjában *kiszáradási folyamatokra* utalnak. A mészkiválásos rétegre (227–235 cm) egy új, durva folyóvízi összlet települt, amelyben nagy méretű és durva kavics anyag is előfordul. A meder aljában találhatók a feltárás legnagyobb méretű kavicsai, ezért azt kell feltételeznünk, hogy ez az üledék egy nagyobb szintkülönbségekből adódó felszínlepusztulás hatására alakult ki. Ennek az üledéknek a megjelenése csak egy *melegebb és csapadékosabb időszakhoz* köthető, amikor a Bükk hegység területéről jelentős mennyiségű anyag pusztult le, s a felszíni vizek (Tardi-ér/Lator-patak) segítségével az kijutott az előtérbe. A 20. ábrán jól látható, hogy ez a kavicsanyag tulajdonképpen egy *folyóvízi meder* anyaga. A meder jobb oldali része látható a képen, míg folytatása a bányafal területén tovább követhető. A folyóvízi medert finomabb durva-, közép-, apró-, és nagyon finom szemű homok, löszös homok béleli ki. A löszös homok és a durvább – finomabb szemcséjű homokok együttes jelenléte itt arra utalhat, hogy a lerakódott folyóvízi üledékekből egy *szárazabb, hidegebb klíma szakaszban* a szél kifújta a finom homokot és tovább szállította, majd a közelben rakta le. Ugyanakkor felmerülhet még az a lehetőség is, hogy az északabbra fekvő és riolitufákkal fedett területen indult meg a tufa aprózódásával a finom lösz frakció képződése, majd ez az aprózódott anyag települt át déli irányban a felszíni víz segítségével (ld. az üledék egy mederben fekszik). A felső két üledékszint barna és sötét barna színe, valamint a homokos iszapos agyag és a közben lerakódott nagy mennyiségű murva és kavics anyag arra utal, hogy egy *melegebb, de csapadékosabb klímaszakaszban* képződött ez a folyóvízi üledék, majd

rakódott itt le. A murva és kavics felülete jól lekerekített, anyaga bükki eredetre utal. A feltárás tetőszintje itt is a II/a. sz. folyóvízi terasz szintjét jelzi, így a felső két szint üledékeinek lerakódása (a 2. feltárással hasonlóan) szintén kapcsolatba hozható a Tardi-ér folyóvízi teraszának kialakításával.

### Összegzés

Az elemzett három feltárás üledékeinek kora – relatív kormeghatározás alapján – a felsőmiocén és a felsőpleisztocén (würm) közé tehető. Sajnos az üledékek települése helyenként diszkordáns, így a teljes rétegsort nem tudjuk a megadott időhatáron belül nyomon követni, helyenként jelentős réteghiátussal kell számolnunk. A feltárások ugyanakkor azt igazolják, hogy egymást követően *több klíma szakasz* is kimutatható a Pannon-beltő fokozatos feltöltődését és kiszáradását követően a Bükkalja területén. A Pannon-beltő legnagyobb kiterjedését a felsőpannon pontusi emeletében (8,5–5,6 millió év) érte el a Kárpát-medence térségében. Víz alá kerültek ekkor az Északi-középhegység öblözetei, valamint megsüllyedt medencéi is. Tard környezete ennek következtében valószínűleg a parti zónába esett, míg az 1. feltárás területe (Bogács) ettől délebbre, a beltő mélyebb zónájában helyezkedett el (26. ábra).



26. ábra: A Pannon-beltő legnagyobb (felsőmiocén: pontusi emelet) (1) és legkisebb (2) kiterjedése (szerk. Borsy Z.–Franyó F.)

A tardi parti szakaszon lerakódott pannóniai Zagyvai Formáció homokja, valamint iszapos agyag és homokos üledékrétegei ciklusos vízmozgásra utalnak. A partok közelében valószínűleg a víz előrenyomulása finomabb, míg visszahúzódása durvább üledékrétegeket rakott le. Ezt a folyamatot szépen követhetjük a 2. feltárás alsó szintjeiben (483–914 cm).

A **2. és 3. feltárás** ugyanakkor azt is igazolja, hogy a **beltó visszahúzó-dásával** párhuzamosan *éghajlatváltozás* következett be. Ennek bizonyítékai lehetnek a pannóniai homokos üledékrétegek fedőjében konkordáns településben **megjelenő  $\text{CaCO}_3$  kiválások** (2. feltárás: 105–143 cm; 3. feltárás: 227–257 cm). A **melegebb és szárazabb klímahatás** miatt a területről fokozatosan húzódhatott vissza a víz és közben a korábban lerakódott összletekből a vízben oldott mésztartalom a párolgás miatt a felszínen kivált. Ez a mészfelhalmozódás markánsan jelentkezik mindkét esetben. Schweitzer F. és Szöör Gy. (1992) szerint a Pannon-beltó teljes eltűnését kapcsolatba hozhatjuk a Földközi-tenger kiszáradásával (Bérbaltavári szakasz: 5,6–5,4 millió év), a magasabb peremek felől érkező *folyóvízi feltöltéssel*, a beköszöntő *sivatagi-félsivatagi éghajlattal* és az ezzel párhuzamosan megjelenő *kiszáradási folyamattal*. A tardi szelvényekben feltároló üledékek ezt a folyamatot látszanak igazolni. A vízpart visszahúzó-dásával párhuzamosan megindulhatott a Bükk hegység felől érkező őspatakok folyóvízi feltöltése, illetve a bükki fedőüledékek áthalmazódása. Ezt a tardi 2. feltárás 50 – 105 cm mélyen megjelenő meszes iszapos agyagrétege is jelzi. Mivel a kiszáradási folyamat után az üledékek helyenként diszkordáns településben jelennek meg, jelentős üledék hiánnyal számolhatunk. A feltárások tetőszintjében talált üledékek már fiatalabb, valószínűleg (negyedidőszaki) pleisztocén korúak (1,8–0,01 millió év, mivel az egyes rétegekben fossziliákat nem találunk, pontosabb kormeghatározásra e tanulmányban nincs lehetőségünk).

A kiszáradt tóparton ezt követően durva, lekerékített és koptatott felületű folyóvízi kavics és murva anyagot is tartalmazó üledék rakódott le. A víz által szállított összletet az a patak és mellékvizei rakhatták le, amelyek a Déli-Bükk területéről érkeztek és részt vettek a Bála-völgy folyóvízi teraszokkal kísért völgyének (2. ábra) kialakításában (ez a mai Tardi-ér ősi vízrendszere lehetett; helyenként zavart okozhat, hogy a Tardi-ér az 1:50 000-es topográfiai térképeken Lator-patakként szerepel!). Az üledék összetétele bükki eredetre utal. A durva és nagy mennyiségű hordalékanyag új hegység kiemelkedési szakaszt és **melegebb, csapadékosabb éghajlatot** feltételez. A magasabb térszíneken lehulló jelentős csapadék felgyorsította a bükki fedőüledékek pusztulását, s a nagyobb szintkülönbségek miatt megindulhatott a folyóvízi hordalékok áttelepítése, majd a hegységi előtérben való felhalmozódása. A bányafalak metszeteiben több meder maradványa is kimutatható.

Lehetséges, hogy ezek a medrek a mai Bála-völgyben futó Tardi-ér és mellékvízeinek egykori medrei lehettek.

A 3. feltárás esetében a durva kavicsból és murvából felépült mederaljzatot finomabb *lössös homok* béleli ki (100–227 cm). Ez azt igazolja, hogy a medermélyítést követően csökkent a patak munkavégző képessége, s a patak finomabb folyóvízi homokot rakott le. A fluviális feltöltéssel párhuzamosan helyenként eolikus folyamatok is megjelenhettek, ezt a lössös homok megjelenése jelzi. Ha figyelembe vesszük, hogy a lösz frakció *hideg száraz éghajlaton* keletkezik, akkor e folyamat hátterében is egy újabb éghajlatváltozást regisztrálhatunk. A mederben talált lösz frakció egyrészt eolikus felhalmozódással, másrészt a magasabb térszínnek riolitufa összeleteinek aprózódásával, majd folyóvízi áttelepítésével is kialakulhatott.

A 3. feltárás felső két szintjében újra *meleg és csapadékos éghajlaton* keletkezett folyóvízi üledék rakódott le. A melegebb éghajlatot a finomabb szemcsék nagyobb arányú megjelenése is jelzi. A *folyóvízi homokos iszapos agyagba keverten kavics és murva ülepedett* le. Mindkét feltárás tetőszintje a II/a. sz. folyóvízi terasz oldalában és szintjében (10 m) fekszik, így ezt a záró üledékréteget a Tardi-ér (Lator-patak) würmi folyóvízi teraszának formálódásához köthetjük.

Az 1. feltárás abban különbözik az előbb elemzett bányafalaktól, hogy itt a fiatalabb, pleisztocén korú üledékek nagyobb mennyiségben és nagyobb változatosságban jelennek meg. A vizsgált terület a Pannon-beltő hajdani partvidékétől délebbre esett. A feltárás alsó szintjében a *felsőpannóniai Zagytai Formáció homokos rétege* jelenik meg. A homokra diszkordáns településben egy *folyóvízi üledéksor* települt, amelyben több meder maradvány is kimutatható. A mederaljzat durva kavics anyaga itt is egy *kiemelkedési fázist* és egy *melegebb, csapadékosabb éghajlat* beköszöntét jelzi. A mederkitöltés anyaga helyenként durva kavics és murva, máshol finomabb homokos iszapos agyag, kavics és murva. Erre az összletre hasonló feltételek mellett (5. réteg) finomabb szemcséjű folyóvízi üledéksor, homok és lösz frakció települt.

Az 5. réteg felső részében tanulmányozható *mészerek* arra utalnak, hogy a folyóvízi lerakódást követően a terület szárazföldi térszínre vált, ahol egy *szárazabb periódus* köszöntött be, s a lerakódott löszüledékből a párolgás mértékének növekedésével megindult helyenként a mészkiválás folyamata.

Erre a felszínre később *csapadékosabb és melegebb éghajlaton* újabb folyóvízi eredetű üledék (6. réteg) rakódott le.

A 7. réteg alja egy *hidegebb és nedvesebb (pleisztocén, periglaciális éghajlaton)* keletkezett tál keresztmetszetű *delle képződmény*. Dellék és deráziós völgyek olyan területeken képződnek, ahol a fagyott altalaj felett elhelyezkedő, naponta felolvadó és lefagyó aktív rétegben jelentőssé válik az

ún. fagyos talajfolyás (geliszoliflukció) jelensége. Hazánkban e martformák kialakulása a pleisztocén hidegebb fázisaihoz köthetők. A feltárás falában a delle megjelenését a völgyaszimmetria is igazolja. A derázió gyakran a völgy egyik oldalát ugyanis erősebben pusztítja.

A delle kitöltő anyaga ezzel ellentétben vöröses barna színű homokos agyag, ami újabb éghajlati váltásra utal (*melegebb, nedvesebb környezet*). Ez az üledék valószínűleg a magasabb térszínnek áthalmozott *lejtőagyagja*. A feltárás utolsó, **8. rétege** 30–20 cm vastagságban fedi be az említett üledékszinteket. Anyaga iszapos agyag, a rétegben lekerekített és koptatott felületű kavics és murva található. Kialakításában egyrészt a magasabb térszínekről áttelepített geliszoliflukciós anyag felhalmozódása, másrészt a Hór-patak II/a. sz. folyóvízi terasz kifermálódása is szerepet játszhatott.

Összességében azt mondhatjuk, hogy az elemzett szelvényekben feltároló üledékek kora a felsőmiocén pannóniai korszaka és a negyedidőszak felsőpleisztocén (würm) kora közé tehető (1. melléklet). Az üledékek kialakulása során – a szelvények helyzetéből adódóan – több lepusztulási fázis feltételezhető a kutatási területen. Egyes geológiai szintek a Tardi-ér (Lator-patak) és a Hór-patak pliocéni, illetve negyedidőszaki eróziós és völgymélyítési folyamatai következtében hiányoznak a rétegtani sorból. Valamennyi szelvény azt támasztja alá, hogy a Bükkalja északi részén már mintegy 8,5 millió évtől 0,01 millió évig *ciklusos éghajlat változási periódusok* voltak, amelyek befolyásolták a geológiai üledékrétegek lerakódását és a felszínfejlődési folyamatokat is. A jövőben bekövetkező éghajlatváltozások tehát természetes állapotnak tekinthetők, amelyekre antropogén tevékenységeink is hatással lehetnek.

1. melléklet: A későneogén – antropogén időszak korbeosztása.  
(a szürke színnel jelzett cellák a terület főbb, üledékekben megfogható relatív korokra utalnak)

Ma	KORBEOSZTÁS				
	IDŐSZAK	KOR		KORSZAK EMELET	SZARAZFOLDI EMELET GERINCES FAUNA ALAPJÁN
0,01 ←	ANTROPOGÉN	HOLOCÉN	ÚJ		
			Ó		
		PLEISZTOCÉN	FELSŐ		Pilis Szántói
			KÖZÉPSŐ		Solymári
			ALSÓ		Mosbach
					Cromer
					Kislángi
					Beremendi
0,7 ←					
1,4 ←					
1,8 ←					
3,7 ←	NEOGÉN	PLIOCÉN	FELSŐ	Romániai	Villafrancai
			ALSÓ	Daciai	Baróti Csarnótai
					Ruscini
					Baltai
5,6 ←					
8,5 ←	MIOCÉN	FELSŐ	Pontusi	Baltavári	Bérbaltavári (?)
					Hatvani
					Sümegi
					Csákvári
11,5 ←			Pannóniai	Eppelsheimi	Rhenohassi
					Bódvai
					Monacai



**Irodalom**

- [1] Borsy, Z. (1990): Evolution of the Alluvial Fans of the Alföld, in: Rachocki, A. H.–Church, M. (eds.): Alluvial Fans: Field Approach, John Wiley Sons Ltd.
- [2] Juhász Gy.–Gajdos I.–Pap S.–Németh G. (1996): A Zagyvai Formáció, in: Gyalog L. (szerk.): A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása, MÁFI Alkalmi Kiadványa 187, Budapest, 70. p.
- [3] Marosi S.–Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere I-II., MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp. 837–856.
- [4] Pelikán P. (2002): Földtani felépítés, rétegtani áttekintés, in: Baráz Cs. (szerk.): A Bükk Nemzeti Park, Hegyek, erdők, emberek, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, pp. 23–49.
- [5] Pelikán P. et al. (2002): A Bükk hegység földtani térképe, 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- [6] Pentelényi L. (2002): A Bükkalja I. Földtani vázlat, in: Baráz Cs. (szerk.): A Bükk Nemzeti Park, Hegyek, erdők, emberek, Bükk Nemzeti park Igazgatóság, Eger, pp. 205–216.
- [7] Pinczés Z.–Martonné Erdős K.–Dobos A. (1993): Elterések és hasonlóságok a hegyláb felszínek pleisztocén felszínfejlődésében, Földrajzi Közlemények, CXVII. (XLI) kötet, 3. szám, pp. 149–162.
- [8] Szabó E. (2005): Gyurgyalag telep természetvédelmi szempontú vizsgálata Tardon és a területhez kapcsolódó oktatási, bemutatási lehetőségek, Szakdolgozat, Eger, pp. 1–82.

## A cserjeszint fiziognómiai struktúrájának változása a síkfőkúti tölgyesben 1972 és 1997 között\*

Kárász Imre

Környezettudományi Tanszék

**Abstract: The change of the physiognomical structure of shrub-layer in the Síkfőkút oak-forest between 1972 and 1997.** We have investigated the change of the structure in a Sessile oak – Turkey oak forest (*Quercetum petraeae-cerris*) within the long-term ecological research programme in the “Síkfőkút Project” since 1972. The composition of species, the shoot number, density, diversity, dimensions of the leaf-cover, leaf assimilation index (LAI), phytomass and the production of the shrub layer have been studied yet. In this article, I summarised changes that took place during the last 25 years by a comparative evaluation of 6 repetitive surveys (1972, 1979, 1982-83, 1988, 1993, 1997). It can be ascertained that the intensive destruction of the oak-forest in 1980's had a significant perturbation in the operation of the forest-ecosystem. These changes could and can be seen in the structure of shrub layer. We can conclude from our measuring results that the system makes an effort to compensate the partial destruction at the tree canopy level with mobilising of the potential reserve supplies kept in the shrub-layer. The assimilating leaf-cover and leaf-volume capacity, which are the most important factors in terms of the organic material-production, increase and species reached the tree-figure (*Acer campestre*, *A. tataricum*) and *Cornus mas* occupy the emptied space. In the ecosystem only a transformation can be observed in accordance with function and stabilization of the system can be noticeable, which become visible in the change of the physiognomic structure.

### Bevezetés, célkitűzés

Hazánkban a „Síkfőkút Project” kutatási program részeként folynak olyan Man and Biosphere célkitűzésű vizsgálatok, amelyek keretén belül

---

\* International Conference „25 Years Síkfőkút Project Jubilee”, Noszvaj (Hungary), 25–27 Mai, 1998.

1972 óta tanulmányozzuk egy cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae – cerris*) társulás egy állományának cserjeszintjét. A vizsgálatok felölelik a fajösszetételt, az egyedszám, a sűrűség, a diverzitás, a méretek, a lombvetület, a levélfelület-index, a fitomassza és produkció felmérését, illetve azok változásának figyelemmel kísérését is.

Az első felmérésre 1972–73-ban, a kutatási program indulásakor került sor (Jakucs–Horváth–Kárász 1975), azóta 4-6 éves időközönként a felméréseket megismételtük (1979, 1982-83, 1988, 1993, 1997). Időközben 1979-től az erdő koronaszintjében jelentős mértékű tölgypusztulás történt, így módunk volt annak elemzésére is, hogy a koronaszint ritkulása eredményeként bekövetkezett ökológiai változásokra, az erdő, mint ökológiai rendszer milyen fiziognómiai szerkezet módosulással válaszol.

A koronaszintet eredendően 84%-ban alkotó *Quercus petraea* egyedek száma a közismert tölgypusztulás eredményeként rohamosan csökkent, 1983-ig a fák 26%-a elpusztult és további 5–6%-a már beteg volt. A fák intenzív pusztulása mintegy 8–10 évig tartott, eredményeként elsősorban a fényviszonyok (és ezzel szinergizmusban más ökológiai faktorok) lényegesen megváltoztak. Hogyan és milyen mértékben képes az erdő a zavarást kivédeni, tolerálni? Milyen változások következtek be a cserjeszintben és mennyiben tekinthetők ezek az életközösség stabilizációs reakcióinak? E kérdések megválaszolását segítik az alábbi eredmények.

## Módszer

A felméréseket a modellterület negyedhektáros ún. „A négyzetében” végeztük, amelyben minden 1 m-nél magasabb egyed magasságát és talajközeli törzsátmérőjét megmértük, gyökerezési helyét és lombvetületét pedig térképszerűen rögzítettük. A fitomassza és produkció becsléseknél mintacserjékkel dolgoztunk. A módszerek részletesebb leírása számos közleményben megjelent (pl. Jakucs et al. 1975, Kárász 1976, 1979, Kárász-Szabó 1980, Kárász 1981, Kárász 1985). A felmérések összesített eredményeinek áttekintését az 1. táblázat teszi lehetővé.

## Eredmények

### 1. A cserjepopulációk száma, nagysága

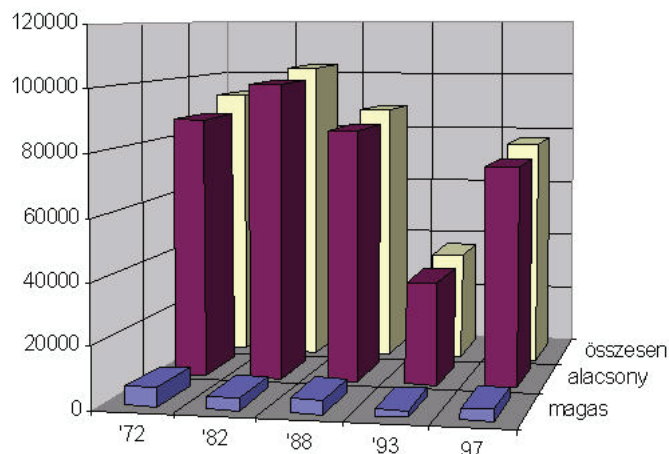
A vizsgálatok kezdetén az erdő cserjeszintjét a felvételezési 0,25 ha-os négyzetben 16 populációhoz tartozó hektáronként mintegy 82 ezer cserje egyed alkotta. A populációk száma 1982-ig nem változott, 1988-ban viszont egy faj kiszorulását (*Sorbus domestica*) és három új (*Sorbus torminalis*, *Tilia cordata* és *Ribes sp.*) megjelenését észleltük, amelyek a *Tilia* kivételével

1993-ra ismét eltűntek. A cserjeszint egyedszáma az első 5 éves időszakban gyakorlatilag nem változott, a másodikban 37%-os csökkenést, a harmadikban 70%-os gyarapodást mutatott, a negyedik ötéves időszakban pedig – főleg az alacsony cserjeszintben – ismét jelentős csökkenés (59%) volt megfigyelhető. Az egyedszám változását mutatja az 1. ábra.

A cserjék többsége (92–95%-a) az ún. alacsony cserjeszintben (1 m-nél alacsonyabb) él és csupán 5–8%-a alkotja a fényviszonyok alakításában és a fotoszintézisben sokkal jelentősebb ún. magas cserjeszintet. Arányuk 25 év alatt szigmifikánsan nem változott.

1. táblázat. A fiziognómiai struktúra jellemzőinek változása a síkfőkúti erdőben (1972–1997)

Fiziognómiai paraméter	1972/73	1978/79	1982/83	1988	1993	1997
1. Fák egyedszáma (db/ha)	815	799	603	501		
2. Magascserjék egyedszáma (db/ha)	6050	-	4131	4374	2210	3828
3. Alacsony cserjék egyedszáma (db/ha)	76419	-	47828	85290	34260	73255
4. Cserjék egyedszáma (db/ha)	82469	-	51959	89664	36470	77083
5. Átlagos cserjeszint magassága (m)	2,45	2,36	2,47	2,78	2,98	3,12
6. 0,5 m-nél magasabb cserjeegyedek száma (db/ha)	0	0	92			182
7. Cserjeszint tényleges lombvetülete % ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	64,41	-	85,25	94,16	74	79,5
8. Kettős és többszörös lombvetület % ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	13,78	-	56,28	34,87	54	41,5
9. Szimplifikált lombvetület ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) %	80,19	-	150,04	150,32	85	178,1
10. Cserjeszint LAI értéke ( $\text{ha ha}^{-1}$ )	1,4319	1,6884	1,9169	-	-	-
11. Cserjeszint levélszáma (millió db $\text{ha}^{-1}$ )	12157	15612	15632	14869	-	-
12. Faj-egyed diverzitás a cserjeszintben	2,0795	1,9761	1,8612	1,8438	1,7300	1,6700
13. Faj-lombborítás diverzitás	1,3618	1,3980	1,5430	1,3677	1,7621	1,4500
14. Cserjeszint fitomasszája ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	6807	4223	8908	-	-	-



1. ábra: A hajtásszám megoszlása és változása a cserjeszintben 1972 és 1997 között a tölgymagoncok nélkül

## 2. A cserjék mérete

A cserjék méreteiből következtethetünk arra, hogy populáción szinten valamennyi korosztály jelen van. A lombkötő tölgyfajok cserjeméretű egyedei nagyon kevesen vannak és korban is rendkívüli egyenetlenséget mutatnak.

Az 1 m-nél alacsonyabb cserjék méretében bizonyos fluktuáció történik, de e szint átlagos mérete többé-kevésbé állandónak tekinthető. A magas cserjék szintjében viszont folyamatos méretnövekedés figyelhető meg. A növekedést elsősorban az elpusztult tölgyfák helyére feltörő, fa életformákra is képes cserjék átlagos méretének növekedése eredményezi. Az e szempontból a legfontosabb 3 faj adatait mutatja be a 2. táblázat.

2. táblázat. Cserjék átlagos méretének változása.

Fajnév	Átlagos magasság (m)		Átlagos törzsátmérő (cm)	
	1972-ben	1997-ben	1972-ben	1997-ben
Acer campestre	2,29	5,21	2,60	6,83
Acer tataricum	2,68	3,75	2,41	4,63
Cornus mas	2,36	3,87	2,45	4,89

A méretek változásának jelentős voltát jelzi az is, hogy a 3 faj egyedeinek egy része „kinőtt” a cserjeszintből, azaz elérte a lombkorona szintet. Számukat 1997-ben a 3. táblázat mutatja.

3. táblázat. A fává nőtt cserjék száma 1997-ben.

Fajnév	Méret magasság		legnagyobb törzsátmérő (cm)
	5-10 m között (db)	10-13 m között (db)	
<i>Acer campestre</i>	95	17	21,0
<i>Acer tataricum</i>	17	-	20,3
<i>Cornus mas</i>	53	-	13,4

### 3. A cserjeszint sűrűsége

A koronaszint ritkulásával a cserjeszint sűrűsége kezdetben egyenletesebbé vált. Az erdőbe érkező intenzívebb napsugárzás hatására a cserjék egy része intenzívebb növekedéssel, gyorsan elérte a magas cserjeszintet, lombzata kiterjedtebbé vált és gyakorlatilag az egész erdőben tökéletesen záródott. Különösen a hazánkban fa termetet is elérni képes *Acer campestre*, *Acer tataricum* és a tipikusan cserje alkatú, de nagyobb méretet is elérni képes *Cornus mas* dominanciája érvényesül benne.

A sűrűség az egyedszám változásának függvényében változik. Szembetűnő azonban az ún. polikormon képező fajok (*Euonymus sp.*, *Ligustrum vulgare* és *Cornus sanguinea*) talaj feletti hajtásainak sűrűsödése, s ennek következtében az alacsony cserjék diszpergáltságának egyenetlenebbé válása is.

### 4. A cserjelomb borítási viszonyok változása

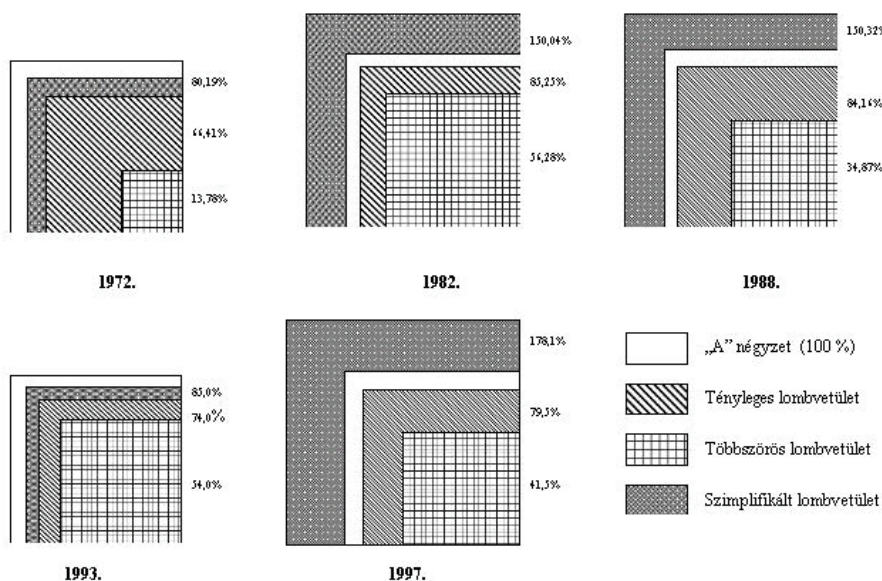
A lombkoronaszint normális körülmények között az erdő asszimiláló levélfelületének döntő hányadát adja, s így a biocönózis primer produkcióját meghatározza. A fák pusztulásával e funkció alapvetően sérül. Az erdő, mint ökológia rendszer egyrészt a megmaradó fák terebélyesebbé változtatásával, másrészt a cserjeszintben lokalizált asszimiláló felület intenzívebb működtetésével igyekszik a produktivitás mértékét fenntartani. Ennek látható jele a cserjék lombkorona méretének (horizontális kiterjedés és térfogat), a cserje koronaszint átfedéseinek, az egyes cserje egyedek levélszámának, az egyes levelek méretének változása.

#### 4.1. Lombborítás változása

A cserjeszint tényleges lombvetülete a kezdeti 66%-ról már 1982-re 85%-ra változott, és ezen a szinten stabilizálódott. A további fapusztulással kieső lombfelület a későbbiekben a cserjeszint sztratifikációjának bonyolító-

dásával pótlódik, azaz egyre nagyobb területen jelenik meg a kétszeres, háromszoros sőt még többszörös lombborítás. Az összes cserjelomb borítás (a többszörös borítás szimplifikációjával mérve) 1972-ben 80%-os, 1982-ben és 1988-ban egyaránt 150%-os volt. Ekkorra tehető a tölgypusztulás mértékének minimalizálódása. Valószínű, hogy ez magyarázza az 1993-ban mért 46%-os csökkenést a cserjeszint borításában.

A kétszeres és többszörös borítás viszont 1972-ben 14%, 1982-ben 56%, 1988-ban 35%-os, 1993-ban pedig 54%-os volt. E két utóbbi érték ugyanakkora összes borítást eredményez, ugyanis a 85%-nyi területen sokkal több a háromszoros és még többszörös cserjelombbal fedett területhányad. 1997-ben azonban a többszörös borítás mérséklődése mellett ismételt megduplázódott a szimplifikált lombborítás. A változások mértékét szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra: A cserjeszint lombborításának változása a síkfőkúti erdőben 1972 és 1997 között

#### 4.2. Levélszám, levélfelület-index

A cserjeszint levélszáma az ökológiailag viszonylag stabil erdő-ökörendszerben, az időjárás évről-évre jelentős eltérése ellenére, egy meghatározott érték körül mozog, tehát állandónak tekinthető (a síkfőkúti erdőben hektáronként 15 millió körüli). A fényviszonyok változása esetén az inter- és

intraspecifikus kompetíció felerősödik, az egyedek egy része kiterjedtebb ágrendszer és lombzatot fejleszt, más részük viszont elpusztul. Jóllehet az egyedek levélszámai lényegesen változnak, a cserjeszint összlevélszáma gyakorlatilag változatlan marad.

A fejlett vertikális struktúrával rendelkező erdő a koronaszintben különböző okokból bekövetkező asszimiláló levélfelület csökkenést a cserjeszint levélfelületének növelésével igyekszik kompenzálni. A folyamatban különösen fontos szerephez jutnak az alsó vagy második koronaszint kialakítására képes fajok (pl. *Acer campestre*, *A. tataricum* *Crataegus monogyna*), amelyek fejlődését elsősorban a fényviszonyok limitálják.

A síkfőküti erdő cserjeszintjében 10 év alatt (1973–1983) a cserjeszint levélfelület-indexe (LAI) 34%-kal növekedett, ezen belül nagy a változás a *Crataegus monogyna* (+240,8%) és az *Acer campestre* (+84,8) esetében.

Az erdő LAI értékét a fiatal zöld hajtások (vessző) száma nagymértékben befolyásolja, ezek mennyisége főleg a cserjeszintben jelentős.

#### **4.3. Faj-egyedszám és faj-lombborítás diverzitás**

A tölgypusztulás következtében a cserjeszintben bizonyos mérvű átrendeződés következett be. Ezt jelzik a faj–talaj feletti hajtásszám, ill. a faj–cserje–lombvetület diverzitás és ekvitabilitás számítások eredményei. Ezek változását az 1. táblázat mutatja.

#### **Következtetések**

A tölgypusztulás riasztó mértéke alapján számos kutató szerint „összeomlott az erdő”. Az erdő fiziognómiai szerkezetében valóban látványos változások következtek be. Ennek ellenére túlzónak ítélem a fenti megállapítást. Az élet lényege: a túlélésért való küzdelem. Nemcsak individuális szinten, hanem szupraindividuálisan is. Az erdőnek, mint ökológiai rendszernek a túlélést biztosító funkcionális folyamatainak (pl. produkció) kvázi fenntartásában jelentős szerepe van a cserjeszintnek. A lombkorona-szint részleges pusztulásából fakadó zavarokat (pl. LAI csökkenés, erdőklíma változás) a cserjeszintben rejlő potenciális tartalékok (pl. méretnövekedéssel lombtömeg növekedés, árnyékolás) mozgósításával képes mérsékelni. A struktúravizsgálatok részeredményeinek szisztematikus és minden részletre kiterjedő kiértékelése még nem történt meg, de valószínűsíthető, hogy a rendszer stabilitását biztosító folyamatokra vonatkozóan számos fontos kérdés megválaszolását segíti. Azt mondhatjuk, hogy az erdő ökológiai rendszere nem omlott össze, hanem benne jelentős mértékű átrendeződés következett be.



## Irodalom

- Jakucs P.–Kárász I.–Horváth E. (1975): Contribution to the above-ground stand structure of an oak forest ecosystem (*Quercetum petraeae-cerris*) within the Síkfőkút research area. Acta Biol. Debrecina, 12: 149–153.
- Kárász I. (1976): Shrub layer phytomass investigation in the *Quercus petraea-Quercus cerris* ecosystem of the Síkfőkút research area. Acta Bot. Hung., 22: 79–84.
- Kárász I. (1979): Produktívizsgálatok a síkfőkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjében I. Acta Acad. Paed. Agr. NS. XV: 467–477.
- Kárász I. (1981): Oberirdische Nettoproduction der Strauchschicht des Eichen-Zerreichenwaldes von Síkfőkút (Nordungarn). Acta Bot. Hung., 27: 368–382.
- Kárász I.–Szabó E. (1980): Produktívizsgálatok a Síkfőkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjében II. Fol. Hist.-Nat. Mus. Matr., 6: 99–106.
- Kárász I. (1985): Phytomass and production of shrubs. In: Jakucs P. (ed.) (1985): Ecology of an oak forest in Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 169–179.
- Kárász I.–Szabó E.–Korcsog R. (1987): A síkfőkúti tölgyes struktúrális változásai 1972 és 1983 között I. Acta Acad. Paed. Agr. NS. XVII: 51.80.
- Kárász I.–Szabó E. (1989): A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének struktúrális változásai 1972 és 1983 között II. Acta Acad. Paed. Agr. NS. XIX: 121–133.

## Root - system of *Crataegus monogyna* L. in oak forest of Síkfőkút\*

Imre Kárász

Department of Enviromental Science

### Introduction

As a part of comprehensive synbiological studies in forest at Síkfőkút the root level of the association has been scrutinized since 1979. Throughout the studies roots of several shrub species have been revealed (e.g. Kárász-Juhar 1982, Kárász 1984, 1984 a, 1984 b., 1986, 1991). In this report results concerning the physiognomy of root-system of the permanent member of the forest's shrub level, the hawthorn (*Crataegus monogyna*) are summarized.

### Material and method

*Crataegus monogyna* is a European flora element, a shrub of both lowlands and mountains growing up occasionally to trees of minor scale. Ecological index numbers of this species are as follows: T:5, W:4, R:3, N:2. It belongs to eco-group No. 47. (*Geum urbanum*, Zólyomi et al., 1966, Soó 1966, Csapody et al., 1966). It tolerates disturbing factors well (Z:2, Simon 1992). In Europe it might be regarded as one of the most widely spread species. It plays a decisive role in the shrubs of the lowland plains (*Pruno spinosae-Crataegetum*, *Crataegeo-Cerasetum fruticosae*), produces considerable entity numbers in dwarf almond forests (*Amygdaletum nanae*), in rock shrubs (*Cotoneastro-Amelanchieretum*) and in secondary associations, forest associations subsequent to clearing. Its wide range ecological tolerance makes it possible to be present as accompanying species in bush forests of mountains and hills as well as in oak and beech woods. It can be considered to be a predominant species in forest-edges and field protecting hedgerows.

Its habitat is restricted, tolerates well even immoderate climate. It is of no silvicultural significance (Csapody et al., 1966).

---

\* Int. Conference „25 Years Síkfőkút Project Jubilee”, Noszvaj, 25-27 Mai, 1998 (Hungary)

Its occurrence is sporadic in the turkey oak-oak forest at Síkfőkút at the shrub level. It takes as an average some 1,8% of all shrubs per ha. According to the estimation in 1988 decisive majority of the 1615 entities pro ha. belonged to the type of small-shrubs, as it is called, just 187 entities exceeded the 1 m height limit (Kárász-Antal 1998).

The soil of the forest at Síkfőkút is a significantly acidified version (pH=5,3-5,9) of the clay-containing brown wood soil. In the past few years the pH value has been reduced to some extent.

Throughout the investigations the root structure of 10 thorn-bushes of different ages has been revealed by means of gradual grubbing method. When revealing horizontal and vertical rhizogram has been taken of the roots, on which each root-item of over 1 mm diameter has been indicated. The data regarding the sample shrubs are summarized in Table 1..

**Acknowledgement:** At this place I render thanks to Csilla Csépanyi for the valuable assistance in revealing the shrubs and preparing the drawings.

## Results

The young roots of the *Crataegus monogyna* are white or ivory-white, turning ash-grey at the end of the first year, later darker brownish grey. In raw condition they are flexible, subsequent to drying they tend to break in a splintery manner. The results of root measurements of the sample shrubs are shown in Table 2. The structure of root-junctions is demonstrated in Figures 1 to 8.

Its root-system is typically a tap-root system. It is obvious in case of the revealed 10 entities that well developed tap-root is formed growing with little bend, curvatures in vertical direction till total attenuation. The sample shrub number VIII. is the only exception, whose major root section bent away even 10 cm under the surface and did not turn vertical later. The bend was caused by the root of a *Quercus petraea* growing under the sample shrub.

The major root has got a few junctions of 5-8 mm of diameter, at different levels in terms of depth and parallel with the ground level. On these items and on the major root as well numerous brush-like, secondary and tertiary root branches might be observed. On each root-brush rather huge number (60-150 pieces) of soaking root-end could be found. At the region of the collar a root-wreath of 20-60 cm of diameter is formed by the roots whose diameter is equal to or thinner than 1 mm. Presumably it plays an important role in up-taking and utilizing precipitation flowing down the root-stock. A secondary root is frequently originated from the collar, which is

thinner than the tap-root (4-8 mm of diameter), it runs obliquely and penetrates deeper than the tap-root (samples number I., III. and VIII.).

The roots ensnare the soil in a loose way. Their horizontal expansion is similar to that of the foliage. As far as their vertical dimension is concerned, it ranges from 26 to 69 cm in cases of the studied entities.

Faragó excavated (1961) the root system of older (24,-41,-51-and 54-year-old) specimens growing on sandy soil. According to his observations the hawthorn owns a well developed tap-root, and in sandy-soil short of water-supplies the tap-root usually reaches the level of the ground-water. However its water requirement is primarily satisfied by the side-roots growing in the upper soil layer of 40 cm depth.

Tillers are not formed, but occasionally one root structure may comprise two shoots above the soil of similar ages and level of development (samples No. III. and V.).

The *Crataegus monogyna* might be classified into the plants with finger-like tap-root capable of secondary thickening in the system of Krasilnikov (1968) (group 1., subgroup 1., type 3.).

Table 1: Data of *Crataegus monogyna* sample shrubs regarding size, age and habitat.

Sample number	Root-stock diameter (mm)	Height (cm)	Cover (m <sup>2</sup> )	Age (year)	Habitat
1.	8.0	90.0	0.16	6	20% shadowing among intermediately clump shrubs
2.	13.7	135.0	0.38	12	25%-os shadowing (7), on a slope of 20°
3.	9.1-6.7	102.0	0.14	6	75% shadowing, among clump shrubs
4.	13.5	147.0	0.97	11	not shadowed
5.	8.6-8.2	121.0	0.41	7	100% double shadowing, among intermediately clump shrubs
6.	27.6	214.0	1.52	17	10% shadowing among sparse shrubs
7.	6.4	85.0	0.13	5	100% shadowing, among clump shrubs
8.	9.0	34.0	0.11	7	15% shadowing among intermediately clump shrubs
9.	17.1	172.0	1.95	14	on a slope of 20°, 40% shadowing among intermediately clump shrubs
10.	13.1	75.0	0.68	11	not shadowed, among sparse shrubs

Table 2: Max. spreading and penetration of the roots of the sample shrubs *Crataegus monogyna* and weight as well as length of roots thicker than 1 mm.

Sample No.	Max. spreading (cm)	Max. penetration (cm)	Weight (kg)	Length (m)
1.	55.0	26.0	0.041	3.42
2.	137.2	62.0	0.086	7.81
3.	136.5	48.0	0.080	8.12
4.	79.0	48.0	0.020	2.11
5.	110.0	58.0	0.440	16.84
6.	223.0	69.0	0.636	29.52
7.	116.0	37.0	0.042	7.11
8.	59.0	27.0	0.017	2.17
9.	142.5	68.0	0.471	10.48
10.	65.0	42.0	0.049	7.41

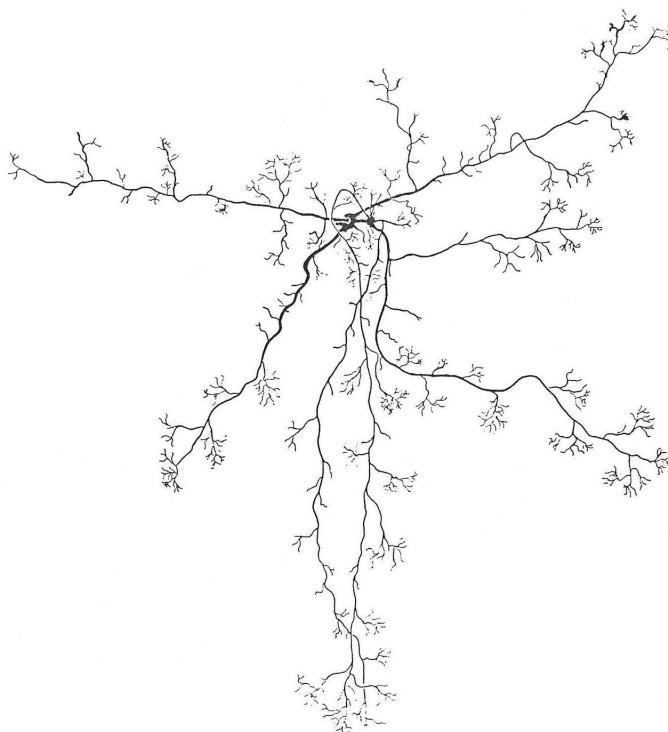


Fig. 1. Horizontal aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (1st sample).

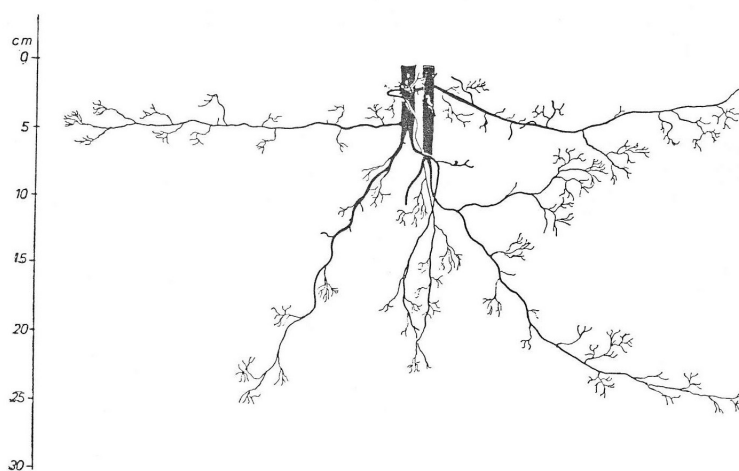


Fig. 2. Vertical aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (1st sample).

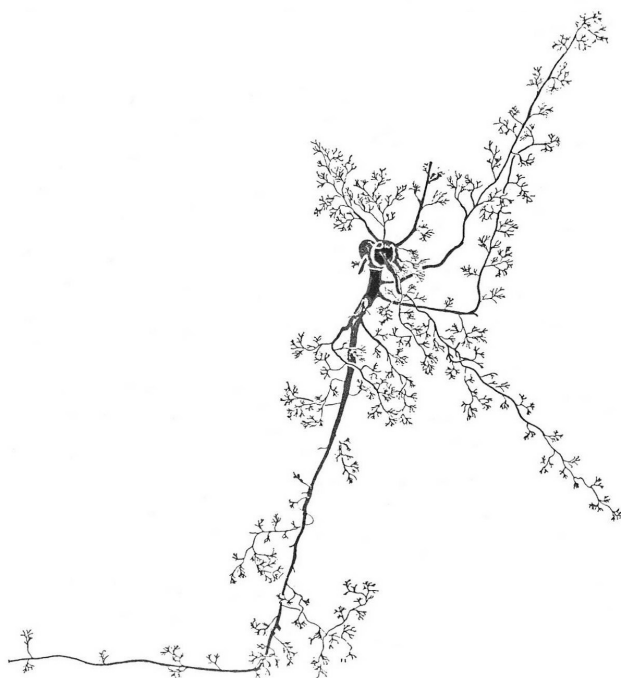


Fig. 3. Horizontal aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (3rd sample).

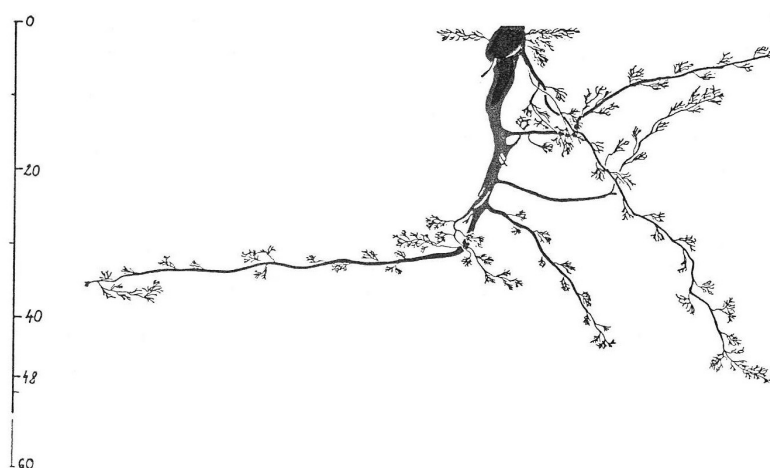


Fig. 4. Vertical aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (3rd sample).



Fig. 5. Horizontal aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (5th sample).

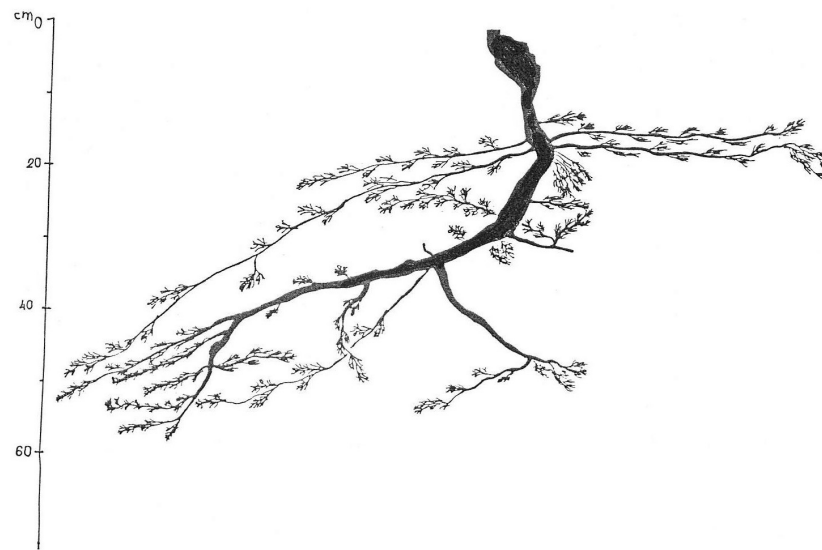


Fig. 6. Vertical aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (1th sample).



Fig. 7. Horizontal aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (8th sample).



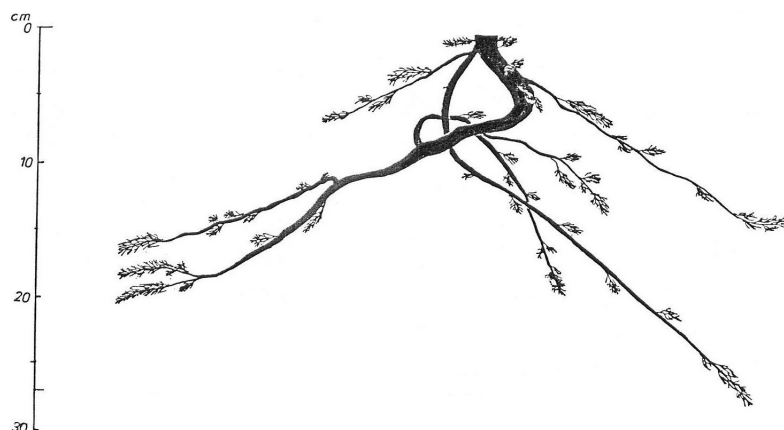


Fig. 8. Vertical aspect of the root system of *Crataegus monogyna* (8th sample).

## References

- Csapody I.–Csapody V.–Rott F. (1966): Erdei fák és cserjék. (Forest-trees and shrubs), OEE, Budapest, 152–153.
- Csépányi Cs. (1983): A *Crataegus monogyna* és az *Acer tataricum* gyökérrendszere. (The root-system of *Crataegus monogyna* and *Acer tataricum*), Szakdolgozat (mscr.)
- Faragó S. (1961): A homoki cserjék gyökérfeltárása. (Revealing of the roots of shrubs growing in sandy-soil). Erd. Kut. 1–3. 341–360.
- Kárász I. (1984): Az *Acer campestre* L. gyökérrendszerének szerkezete a síkfőkúti cseres-tölgyesben. (Structure of root-system of *Acer campestre* L. in the turkey oak-oak forest at Síkfőkút). Bot. Közlem. 71: 79–100.
- Kárász I. (1984 a): Adatok a *Cornus sanguinea* L. gyökérzetének fiziognómiai struktúrájához. (Data regarding physiognomical structure of the roots of *Cornus sanguinea* L.) Acta Acad. Paed. Agriensis. NS. XXVII. 739–753.
- Kárász I. (1984 b): Egy mérsékelt övi tölgyes cserjefajainak gyökérzete. (The root-system of the shrubs species in an oak forest). Kandidátusi értekezés, Eger.
- Kárász I. (1986): Gyökérvizsgálatok Magyarországon (Root studies in Hungary). Bot. Közlem., 73: 19–24.
- Kárász I. (1991): Tölgyes cserjefajok gyökér-hajtás aránya. (Root-shoot proportion of shrub species in oak forest). Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XX.: 132–138.
- Kárász I.–Juhar E. (1982): A *Cornus mas* L. gyökérzetének fiziognómiai struktúrája a síkfőkúti tölgyesben. (Physiognomical structure of the roots of *Cornus mas* L. in the oak forest at Síkfőkút). Bot. Közlem. 69: 105–130.

- Kárász I.–Antal Cs.* (1998): A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének struktúra adatai 1988-ban. (Structural data on the shrub level in the oak forest at Síkfőkút in 1988). Acta Acad. Paed. Agriensis. (mscr.)
- Krasilnikov, P. K.* (1968): On the classification of the root system of trees and shrubs. In: N. S. *Ghilarov* (ed.): Methods of productivity studies in root system and rhizosphere organisms. Nauka, Leningrad. 106–114.
- Simon T.* (1992): A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok, virágos növények. (Identificating book of vascular flora of Hungary). Tankönyvkiadó, Budapest.
- Soó R.* (1966): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve II. (Phytogeographical and taxonomical handbook II. of the hungarian flora and vegetation). Akadémiai Kiadó, Budapest, 412–413.
- Stefanovits P.* (1985): Soil conditions of the forest. In: Jakucs P. (ed.): Ecology of an oak forest in Hungary. Results of Síkfőkút Project I. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Zólyomi B.* (1966): Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen. Fragmenta Botanica, IV.: 101–142.



## Investigation of the interaction of pesticides with different soil samples

Cs. Csutoras – A. Kiss

Department of Chemistry – Department of Biochemistry

**Abstract:** The interaction of atrazine, simazine, terbutryn, prometryn, diuron and sandy as well as brown forest soil samples from different layers was investigated. A suitable, simple model was created, similarly to column chromatography. Polar or apolar character of the pesticides was proven to be the most important factor in the soil-pesticide interaction, increasing polarity resulted in enhanced bond strength between the soil and pesticide.

### 1. Introduction

Pesticide degradation, or the breakdown of pesticides is a beneficial process. The reactions that destroy pesticides, change most pesticide residues in the environment generally to inactive, less toxic and harmless compounds, but sometimes degradation can lead to the formation of more toxic compounds compared to the original pesticides. Degradation is also detrimental, when a pesticide is destroyed before the target pest has been controlled.

Several data can be found in the literature on revealing the microbial, chemical and photodegradation processes [1, 2, 3].

The persistence and degradation of various pesticides were thoroughly investigated during composting [1, 2]. Most microbiological degradation of pesticides occurs in the soil, thus soil conditions affect the rate of degradation because of their direct influence on microbial growth and activity [3, 4].

Photochemical degradation of pesticides is the breakdown of pesticides by light, particularly sunlight. Photodegradation can destroy pesticides on foliage, on the soil surface and even in the air. Photochemical degradation of pesticides can be applied for the decontamination of natural water or contaminated soils [5, 6]. Two methods were suggested for the acceleration of the oxidation of organic contaminants (e.g. pesticides) of water, acceleration by oxidants and photo-enhancement by dyes [7].

The soil adsorption behaviour of atrazine and its photodegradation products was thoroughly investigated in the case of brown soil samples. Their photomineralization using titanium dioxide catalyst was elaborated [8, 9, 10]. Behaviour of other s-triazine residues in groundwater was also widely investigated [11, 12].

An important aim of environmental chemists is revealing of the interactions of pesticides and soils. Leaching and degradation of pesticides of different type in sandy soil were studied by Kookana et. al. and elsewhere [13]. Di et. al. suggested a method for the determination of groundwater contamination potential of pesticides, in which the degradation rate of pesticides in both the surface and subsurface soils is an important factor [14]. Pesticide degradation in soil was investigated in the case of several pesticides (for example atrazine) [15].

The adsorption process binds pesticides to soil particles. One problem resulting from pesticide adsorption can be reduced pest control. For example, weeds may not be controlled if a herbicide is held tightly to soil particles and cannot be taken up by the roots of the target weeds. Plant injury can be another problem resulting from adsorption of pesticides to soil particles. Injury may occur when a pesticide used for one crop is later released from the soil particles in amounts great enough to cause injury to a sensitive rotational crop. This pesticide carry-over can also lead to the presence of illegal residues on rotational food or feed crops.

While adsorption is particularly important and our research group has investigated recently thoroughly the photodegradation of various pesticides [16, 17], we decided in this paper to reveal the adsorption process of atrazine, simazine, prometryn, terbutryn and diuron and some photodegradation products.

## **2. Materials and Methods**

### ***2.1. Characterization of soils used in the experiments:***

Two types of soils were chosen for the experiments, sandy soil and brown forest soil. 3 layers were examined, plough layer (0-20cm), and two subsoil layers (20-100cm and 100-200cm). Both type of soil samples were characterized using traditional methods, measuring for example pH, specific conductivity and humus content.

### ***2.2. Preparation of chromatographic columns for the experiments:***

Soil samples, taken from different layers were dried at room temperature, for 10 days. After dry crushing, soils were sieved through a 0.4  $\mu\text{m}$  sieve, to achieve approximately equal particle size. A chromatographic col-

umn was filled with this fine powder (50g) after moistening with chloroform. The pesticide (0.1mmol) was eluted with chloroform during the experiments, and thin layer chromatography was applied to follow the elution process. The pesticide after the elution process was identified by GC-MS technique.

### 2.3. Identification of pesticides and their degradation products

The examined pesticides (higher than 99% HPLC purity) and other applied chemicals were purchased from Aldrich. Thin layer chromatography was performed on precoated Merck 5554 Kieselgel 60 F<sub>254</sub> foils using a 9:1 chloroform – methanol developing system. Pesticides were identified by using GC-MS technique. The GC separations and the mass spectrometric measurements were performed by using a Perkin ELMER Auto System XL Gaschromatograph and a Turbo Mass Spectrometer under the next measuring conditions: HP-Ultra 2 (25m X 0.32 mm X 0,52 µm) column, 280 °C injector temperature, carrier gas He (2 ml/min). Temperature programme: t<sub>i</sub>=60 °C (2 min isotherm), 32 °C/min (8 min isotherm), Perkin Elmer Turbo Mass detector, EI (70 eV) ionization mode, 1s/dekade scan time, 290 °C interface temperature, 220 °C ionsource temperature, 1 µl inject volume, 1/10 split. The structure identifications based on the interpretation of the fragmentation pathways.

### 3. Results and Discussion

In this paper we focus on revealing the adsorption process of atrazine, simazine, prometryn, terbutryn and diuron and some photodegradation products (Figure 1).

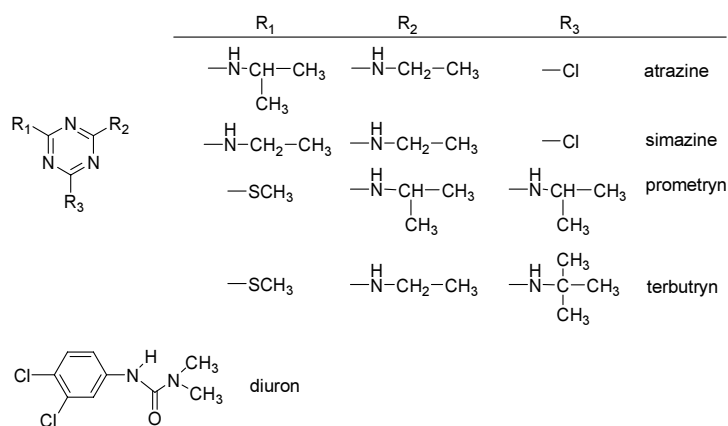


Figure 1. Chemical structures of examined pesticides

Table 1. Characterization of soil samples

Soil type	Layer	pH	Humus-content (%)	Spec. conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ (mg in 100g soil)	$\text{CaCO}_3$ (%)	Total petroleum hydrocarbon (mg/kg)
Sandy	0-20 cm	5.48	1.58	96	18	5-10	<5
Sandy	50-100 cm	5.54	1.30	92	17	2-5	<5
Sandy	150-200 cm	5.27	0.74	35	12	2-5	<5
Brown	0-20 cm	7.26	2.32	111	5380	10-15	<10
Brown	50-100 cm	6.55	1.24	110	4120	10-15	<10
Brown	150-200 cm	6.62	0.62	95	4080	10-15	<10

Both sandy and brown forest soil samples were characterized. The results of the characterization of soil samples are summarized in table 1.

A simple model was created for the investigation of the pesticide-soil interactions, pesticide adsorption, pesticide transfer and leaching processes. The modelling equipment was built similarly to column chromatography. The column was filled with the appropriately prepared soil sample. To avoid the effect of water on adsorption, the experiments were carried out under dry conditions and chloroform was used as eluent. According to general experiences moisture affects adsorption, wet soils tend to adsorb less pesticide than dry soils because water molecules compete with the pesticide for the binding sites. The bond strength between soil and pesticide was measured in a very simple way. Retention time or the amount of eluent, that is necessary to wash off the pesticide, can deliver precise data on the bond strength between the pesticide and soil. The results of the column chromatographic experiments are shown in table 2.

Table 2. Pesticides, soil layers and amount of eluent ( $\text{mL} \pm 3\%$ )

Soil type	Pesticide	Soil layers (cm)		
		0-20	50-100	150-200
sandy	terbutryn	15.5	17.5	21
sandy	prometryn	16	18	23
sandy	atrazine	17.5	18.5	23
sandy	simazine	18	19.5	24.5
sandy	diuron	18.5	21.5	26.5
brown	terbutryn	24.5	28	64
brown	prometryn	26	28.5	65.5
brown	atrazine	26.5	31	72
brown	simazine	27.5	31.5	74
brown	diuron	31	38.5	83.5

According to our results, in the case of sandy soil the bond strength between the soil and pesticide is significantly lower, compared with the findings in the case of brown forest soil. It can be explained by difference of soil structure and composition of soil particles. Adsorption mostly occurs because of the attraction between the chemical and soil particles. Positively charged pesticide molecules for example, are attracted and bond to negatively charged clay particles. In the case of both soil types our results show, that the adsorption of pesticides in subsoil layers is gradually higher compared with plough layer. In accordance with our expectations s-triazine type pesticides (terbutryn, prometryn, atrazine, simazine) have similar adsorption properties. The little differences are connected to the polar or apolar character of the examined pesticide. The least polar terbutryn shows in both soil types less bond strength than the other examined pesticides, including the most polar diuron, which shows the highest bond strength to sandy and brown forest soils. The „relative adsorption values” were calculated using the values from the above tables for better representation. Using these values, the comparison of the adsorption of different pesticides can be more efficient and precise. The comparison of the relative adsorption values are shown in figure 2.

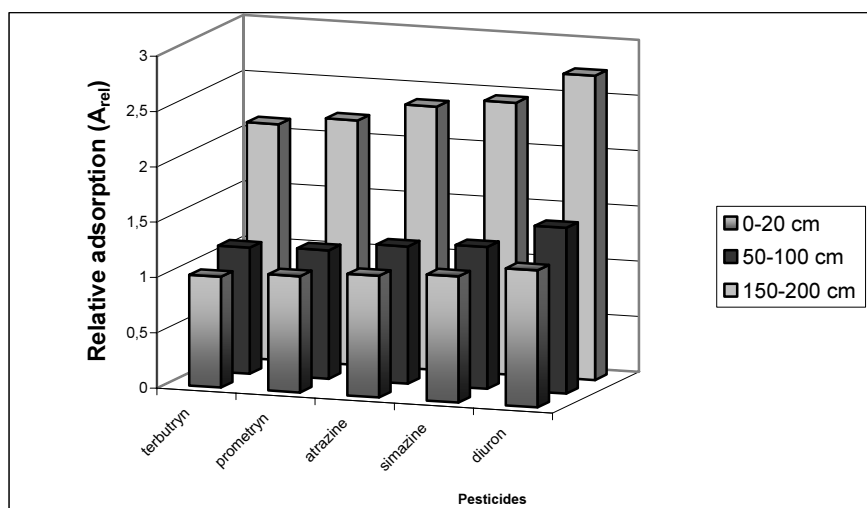


Figure 2. Relative adsorption values of the examined pesticides

\* Relative adsorption values were calculated according to the following equation:  
 $A_{rel.} = (The\ amount\ of\ eluent\ in\ sandy\ soil + the\ amount\ of\ eluent\ in\ brown\ forest\ soil) / 40$  (In the case of terbutryn in plough layer (0–20cm)  $A_{rel.} = 1$ ).



Our experiments were extended to the investigation of the interaction of the photodegradation products of atrazine and prometryn [16] and soil samples. The mechanism of photodegradation is thoroughly revealed [16, 17] and the photodegradation products are well defined and identified. The photodegradation of atrazine and prometryn results in compounds with more polar character. The above mentioned column chromatographic investigation of the photodegradation products showed good correlation with these findings. The photodegradation products of atrazine and prometryn bind stronger to both soil samples. Degradation products with free amino-groups have more polar character compared with the original pesticides. The bond strength was found to be the highest in the case of 2,4-diamino-1,3,5-triazine, even applying 500mL chloroform as eluent was not enough to wash off this product from the column.

We plan to continue the research on the pesticide-soil interactions. As a continuation of this work we plan to study thoroughly the adsorption of the photodegradation products of other pesticides in different soils.

#### 4. Conclusion

We investigated the soil pesticide interactions between two type of soils and some distinctive pesticides and photodegradation products. Brown forest soil binds apolar pesticides stronger than sandy soil, binding force of bound substances is increasing with depth. Chemically similar triazine type herbicides have similar adsorption characteristics compared with a more polar compound (diuron). The photodegradation products of atrazine and prometryn bind stronger to soil particles than the original pesticide molecules. We created the „relative adsorption value” to evaluate binding force of the same compound in sandy and brown forest soil.

#### 5. Acknowledgements

The authors thank the Hungarian National Science Foundation (Grant OTKA: F 34714) for financial support of this work.

#### 6. References

- [1.] P. C. Wilson, S. B. Wilson, P. J. Stoffella, *Compost Sci. Util.* 11(4) (2003) 282.
- [2.] C. Vandervoort, M. J. Zabik, B. Branham, D. W. Lickfeldt, *B. Environ. Contam. Tox.* 58(1) (1997) 38.
- [3.] R. A. Haugland, D. J. Schlemm, R. P. Lyons, P. R. Sferra, A. M. Chakrabarty, *Appl. Environ. Microbiol.* 56(5) (1990) 1357.
- [4.] K. D. Racke, C. R. Frink, *B. Environ. Contam. Tox.* 42(4) (1989) 526.

- 
- [5.] J. J. Aaron, M. A. Oturan, Turk. J. Chem. 25 (2001) 509.
  - [6.] Coly, J. J. Aaron, Talanta 41 (1994) 1475.
  - [7.] L. Muszkat, L. Feigelson, L. Bir, K. A. Muszkat, Pest Manag. Sci. 58(11) (2002) 1143.
  - [8.] T. W. Jones, W. M. Kemp, J. C. Stevenson, J. C. Means, J. Environ. Qual. 11 (1982) 632.
  - [9.] F. Gianturco, C. M. Chiodaroli, I. R. Bellobono, M. L. Raimondi, A. Moroni, B. Gawlik, Fresen. Environ. Bull. 6 (1997) 461.
  - [10.] S. Chen, M. Zhao, Y. Tao, Microchem. J. 54(1) (1996) 54.
  - [11.] U. Dörfler, E. A. Feicht, I. Scheunert, Chemosphere 35 (1997) 99.
  - [12.] W. F. Ritter, R. W. Scarborough, A. E. M. Chirnside, J. Contam. Hydrol. 15 (1994) 73.
  - [13.] R. S. Kookana, H. J. Di, L. A. G. Aylmore, Aust. J. Soil. Res. 33(6) (1995) 1019.
  - [14.] H. J. Di, L. A. G. Aylmore, R. S. Kookana, Soil Sci. 163(5) (1998) 404.
  - [15.] G. K. Sims, A. M. Cupples, Pestic. Sci. 55(5) (1999) 598.
  - [16.] Kiss, Z. Naár, S. Rapi, NATO ASI Series, Suppl. 23/98 (2004) 125.
  - [17.] Kiss, Cs. Csutorás, D. Virág, Euroanalysis XIII., Salamanca, Spain, 05-10 September, (2004).



## A $\text{Mn}^{2+}$ -ion hatásának vizsgálata a termesztett csiperkegomba komposztjában

Rácz László – B. Tóth Szabolcs – Rácz József

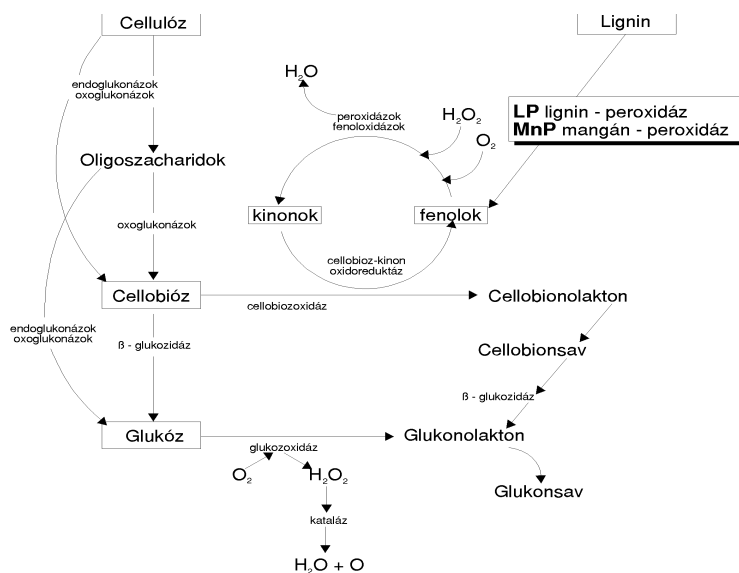
Kémia Tanszék – Korona Gombaipari Egyesülés

A mangán esszenciális mikroelem, mind növény-, állat- és humánélet-tani szempontból számos enzimrendszer alkotórésze, illetve aktivátora. A növények a mangánt  $\text{Mn(II)}$ -ionok formájában veszik fel a talajból. A felvétel mértékét jelentősen befolyásolja annak mennyisége, a pH, a nedvességtartalom, valamint a talaj szerves anyag tartalma

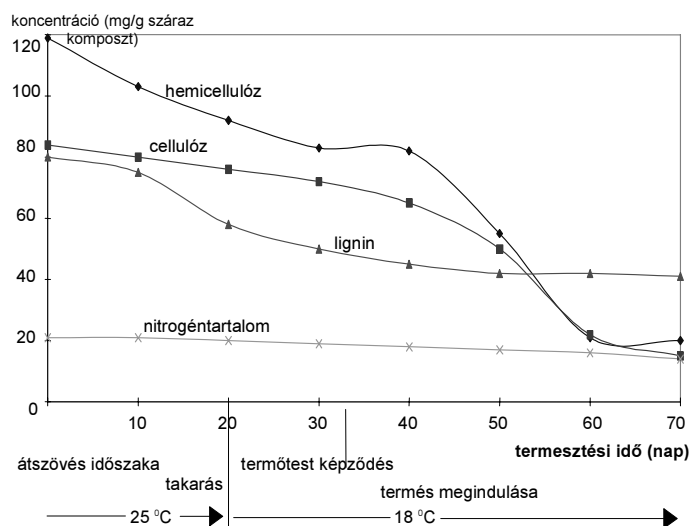
Korábbi irodalmakból [1] [2] már ismert volt, hogy számos enzim (például peptidázok, dehidrogenázok, egyes dekarboxilázok, foszforilázok) működéséhez elengedhetetlen a mangán jelenléte. Az utóbbi időben vált ismertté, hogy a ligninbontó enzimrendszerben is jelentős szerepe van (**Bonnen** és **mtsi.** 1994. [3]). Hatása úgy értelmezhető, hogy az enzimműködés során a fém a sejten belül képződő nagy molekulatömegű fehérjéhez kapcsolódik (komplexbépeződés), ami a kémiai átalakulások lefolyását a reakciósebesség fokozásával specifikus módon segíti elő.

A cellulóz és ligninbontás folyamatát az 1. ábra szemlélteti.

A 2. ábra a cellulóz és a lignin lebontásának a gombatermesztés alatti időbeli változását mutatja  $\text{Mn}^{2+}$ -ionok hozzáadása nélkül (**Durrant** és **mtsi** (1991). Az ábrából kitűnik, hogy a szalma lebomlásakor a cellulóz- és a hemicellulóz-tartalom a termesztés folyamatában jobban csökken, mint a lignintartalom. Az is látszik, hogy a szalma a termesztés későbbi fázisában a csírázástól számított ötvenedik nap körül, azaz háromhetes termésideő után még jelentős mennyiségű (~ 40 mg/g) le nem bontott lignintartalommal bír.



**1. ábra:** A cellulóz- és a ligninbontás folyamatának vázlata (Eriksson nyomán 1987. [4])



**2. ábra:** A szalma lebomlásának folyamata a termesztés időszakában (Durrant és mtsi. 1991. közleményéből)

A cellulóz és hemicellulóz mennyiségének erre az időszakra történő nagymértékű csökkenése a természetben is szignifikánsan megmutatkozik, azaz már ezen időszakban a termőtestképződés jelentősen visszaesik. Jó lenne elérni azt, hogy ebben az időben történjen meg a lignin erőteljesebb bontása, azaz a gomba számára felvető szénforrás pótlása. Erre a beavatkozásra a termesztés során már nincs lehetőség, de úgy gondoltuk, hogy egy adott mennyiségű mangánsónak a kész komposzthoz történő adagolásával jobb ligninlebontást lehet elérni. Ez az adagolás a termesztéstechnológiai kötöttségek miatt csak a gombacsíra hozzáadásával egyidőben lehetséges. A termesztés folyamatát a 3. ábra szemlélteti. Ezen elméleti ismeretek birtokában végeztünk kísérleteket  $MnCl_2$ -oldattal történő kezeléssel.

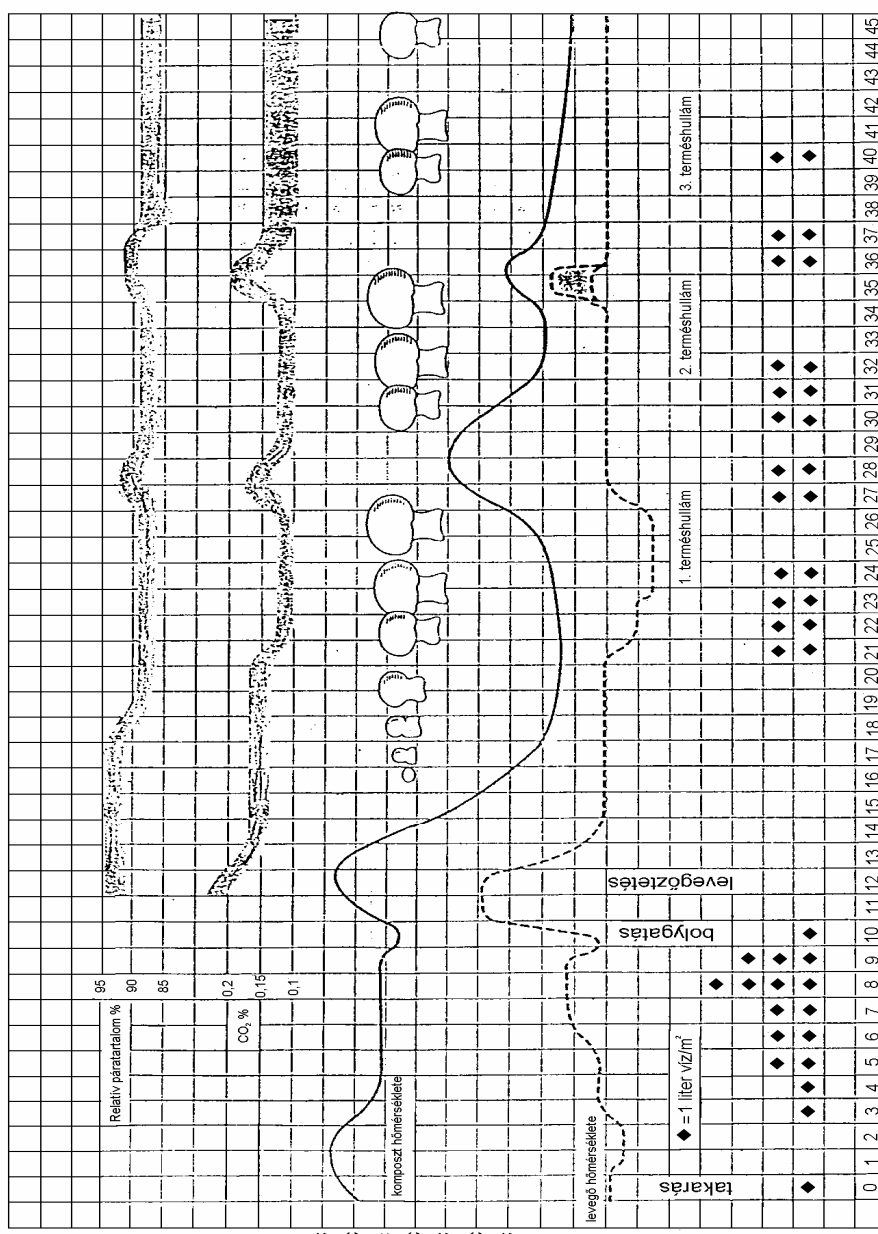
Vizsgálataink arra irányultak, hogy a mangánnak ( $MnCl_2$  formában), mint mikroelemnek, – a csiperkegomba termőtalajába juttatásával – milyen változások következnek be az azon termesztett gombákban. Méréseink tehát *egyrészt* arra irányultak, hogy növekszik-e a mangántartalom a termőtestben, továbbá megváltoznak-e az egyéb vizsgált fémion-koncentrációértékek, *másrészt* e kezelés hatására várható-e termésnövekedés, és ha igen, az milyen mértékű (**Vetter** (1988) [5], **Jakucs** (1990) [1], **Lelley és mtsa** (1993) [6]).

Elsősorban azt kellett meghatározni, hogy milyen koncentrációjú  $Mn^{2+}$ -ionokat tartalmazó oldat szükséges a lignin bontásához ahhoz, hogy optimális termésnövekedés következzen be.

Az optimális  $[Mn^{2+}]$  koncentráció megállapítására következő kísérletet állítottunk be:

Öt-öt műanyag termesztőzsákban lévő, egyenként 20 kg hőkezelt, csírázatlan komposztba olyan koncentrációjú  $MnCl_2$  oldat 1 literét kevertük, melyekben 20, 50, 100, 200 és 400 mg/kg (azaz 0,36; 0,91; 1,82; 3,64 és 7,28 millimol, azaz 0,91; 2,28; 4,55; 9,1; 18,2 g) mangán(II)-t tartalmazott a 20 kg gombatáptalaj. Ezen kívül vakpróbaként öt kezeletlen (kontroll) gomba-alapanyaghoz zsákonként egy-egy liter vizet adtunk azért, hogy kísérleti körülményeink azonosak maradjanak. Ezt követően hozzákevertük valamennyihez a K-23 fajtájú gombaszem csírárt, zsákonként 150–150  $cm^3$ -t. Az összekeverést speciális keverőgéppben végeztük, majd az alapanyagot polietilén fóliazsákokba töltöttük.

A termett gomba terméshullámonkénti mennyiségeit is megadjuk az 1. táblázatban. Ezek alapján 100 kg komposztra számítva a kontrollnál mért ~ 23–24 kg gombával szemben a 100 és 200 mg/kg-os  $Mn^{2+}$  koncentráció hatására ~ 27 kg gomba termett, ami kb. 15 % termésnövekedést jelent. Ezen vizsgálataink laboratóriumi, illetve félüzemi kísérletek voltak.



**3. ábra:** A csiperkegomba termesztése

**Minta-előkészítési és vizsgálati módszerek:**

A három párhuzamos termesztő zsákról 3-3 gombát szedtünk le. Műanyagkéssel szűrőpapíron negyedeltük – esetleg nyolcadoltuk – mindegyiket, a gomba nagyságától függően, majd mind a 9 gombafejből mértünk ki pontosan 20 g körüli mennyiségeket. Az így nyert átlagmintákat  $105^{\circ}C$ -on súlyállandóságig szárítottuk. Retsch malomban megőröltük, majd  $60\ \mu m$  lyukméretű szitán átszitáltuk.

A mintákból  $400-400\ mg$ -ot  $100\ cm^3$ -es zárható teflonpoharakba mérünk, s  $2\ cm^3$  cc. pa.  $HNO_3$  és  $2\ cm^3$  30 %-os  $H_2O_2$  elegyében roncsoltuk.

Az ún. teflonbombákat szárítószekrénybe helyezve egy 3 órás  $160^{\circ}C$ -ra történő felfűtés után lehűtöttük. A keletkezett víztiszta oldatokat kétszer desztillált vízzel  $25\ cm^3$ -re töltöttük.

Az egyes elemek koncentrációinak meghatározásához Spectro gyártmányú Spectroflame, ill. Jarell-Ash ICP optikai emissziós spektrométereket alkalmaztunk.

A Spectroflame készülék esetében mono- ill. polikromátor üzemmódban egyoldali háttérkorrekcióval dolgoztunk.

Paraméterek:

- kicsatolt teljesítmény  $1\ kW$ ,
- porlasztógáz (Ar)  $2\ lit/perc$ ,
- plazmagáz (Ar)  $5\ lit/perc$ ,
- hűtőgáz  $16\ lit/perc$ ,
- integráció vonalon és háttéren  $10\ sec$ ,
- porlasztó Meinhardt típusú.
- A Jarell-Ash spektrométer fontosabb paraméterei a következők voltak:
- kicsatolt teljesítmény  $1,05\ kW$ ,
- porlasztógáz (Ar) sebessége  $0,4\ lit/perc$ ,
- plazmagáz (Ar) sebessége  $14\ dm^3/perc$ .

A vonalak mérésénél kétoldali háttérkorrekciót alkalmaztunk  $7-7\ sec$  integrációs idővel, s a vonal + háttér jelet is  $7\ s$ -ig mértük. Az oldatok porlasztásához Babington rendszerű porlasztót alkalmaztunk.

A zsákokon a termés (időben) periodikusan képződik, ezek az ún. terméshullámok. A terméshullámok  $7-9$  napoként követik egymást. Ezután is van termőtestképződés, de jelentősen csökken a szedhető mennyiség. Mi az első három termesztési hullámban szedtünk mintát.

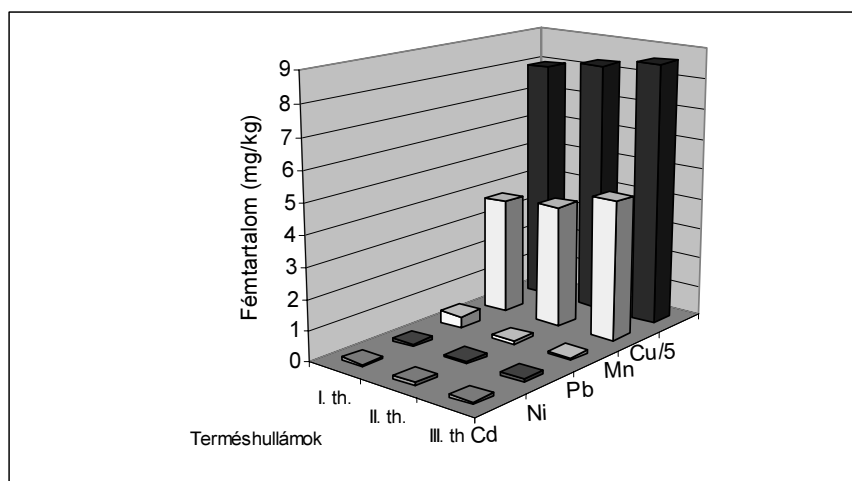


1. táblázat: Különböző koncentrációjú  $Mn^{2+}$ -ionokkal kezelt táptalajon termett gomba mennyiségei terméshullámonként.  $[Mn^{2+}] = \text{mg/kg-ban}$

$MnCl_2$	20	50	100	200	400	Kontroll
I. th.*	8,8	9,1	10,6	10,2	10	8,3
II. th.	9,2	10,9	10,7	10,8	11	10
III. th.	4,8	5,1	6,1	6,1	5,6	5,2
Összesen	22,8	25,2	27,4	27,1	26,6	23,5
	-2,98%	+7,23%	+16,6%	+15,32%	+13,19%	

\* th = terméshullám

E vizsgálatok során mértük a gombában a mangán- és az egyéb elemkoncentrációkat. A mangán(II)-kloridos adalékolás során kapott adatokat szemlélteti a 4. ábra. (A szemléltetési diagrammon a Cu/5 koncentrációval történt a jelölés, amely a Cu mennyiségének az ötöd részét jelenti)

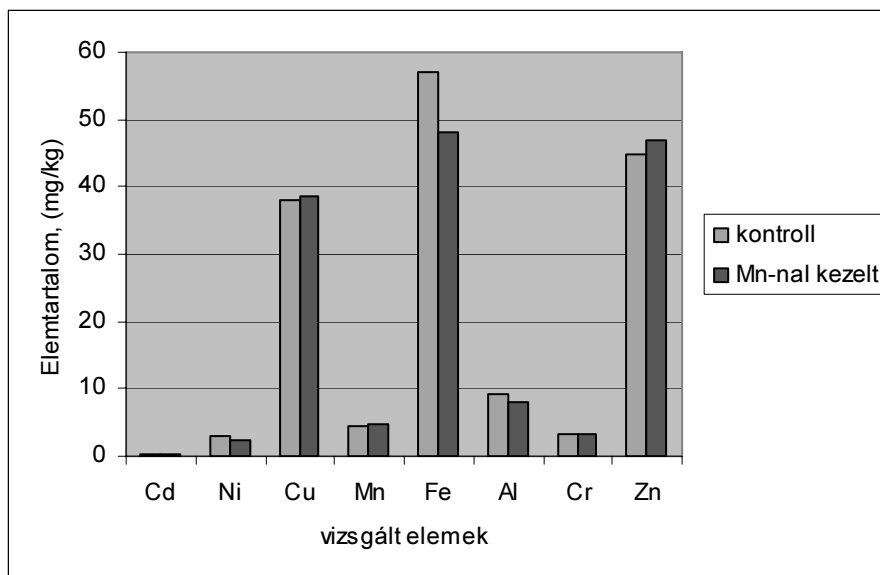


4. ábra: Mangán(II)-kloriddal kezelt táptalajon termesztett gomba fém tartalmai

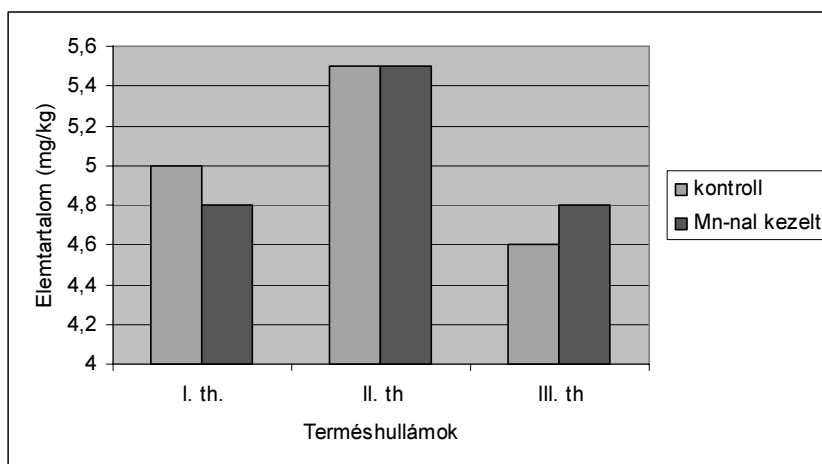
Az ábrából megállapítható, hogy az adalékolás hatására (100 mg/kg) sem a mangán, sem egyéb vizsgált elemek koncentrációja a gombákban szignifikánsan nem változik.

### A $MnCl_2$ -oldattal kezelt táptalajon termesztett gombák analitikai vizsgálatának eredményei

1. Vizsgálataink alapján a mangánsóval kezelt (100 mg/kg) táptalajokon termesztett gombákban mért egyéb mikroelemkoncentrációértékek (Cd, Pb, Ni, Cu, Fe, Mn, Al, Cr, Zn) – a megengedett szórásokon belül – megegyeznek a kezeletlen (kontrollként használt) táptalajról vett gombaminták elemtartalmával (lásd 5. ábra.), tehát a  $Mn^{2+}$  nem vont ki más elemeket, illetve nem lép be más elemek helyett.
1. Csak a mangánkoncentráció-értékeket szemlélteti terméshullámonként a 6. ábra, a 100 mg/kg-os mangánsóval kezelt és a kezeletlen táptalajról vett gombáknál. Látható, hogy a táptalajhoz való adalékolás ellenére sem nőtt a termőtestben a mangán mennyisége. Ez minden esetben 4,0-5,5 mg/kg  $Mn^{2+}$  koncentrációérték körülnek adódott. Ez is bizonyítja, hogy a  $Mn^{2+}$ -ionnak nem a gomba nyomelemmel történő ellátása vagy egyéb nyomelemek mobilizálása a szerepe (lásd az első pontban tett megállapítást is), hanem a szerves tápanyaggal való ellátása a lignin enzimatikus bontása útján.



5. ábra: Mangánsóval kezelt (100 mg/kg)t, illetve kezeletlen táptalajon termelt csiperkegomba elemtartalmai

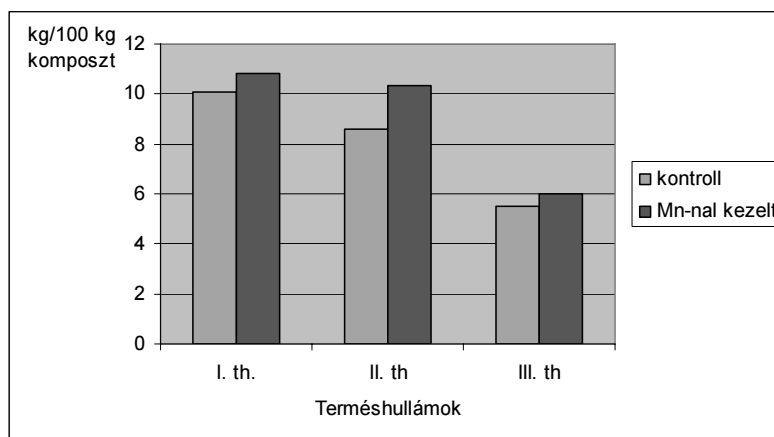


6. ábra: Mangántartalom a kontroll- és a  $MnCl_2$ -dal kezelt táptalajon termett gombákban terméshullámonként

### Üzemi méretben végzett kísérlet

A  $MnCl_2$ -nak a gomba termésmennyiségére gyakorolt hatását vizsgáló kísérleteinket üzemi méretben 200 m<sup>2</sup>-es gombatermesztésre kialakított pincében végeztük 9 tonna alapanyaghoz, nedves táptalajra számítva 100 mg/kg  $Mn^{2+}$ -t  $MnCl_2$ -oldat formájában kevertünk. A kontrollként beállított ugyancsak 9 tonna alapanyaghoz ugyanolyan mennyiségű vizet adtunk, mint amennyit a  $MnCl_2$ -só bejuttatásához használtunk fel. Az oldatnak ilyen nagy mennyiségű, a táptalajba történő egyenletes eloszlátása, technikailag bonyolult; rendkívül gondos munkát igényelt. Ezt úgy oldottuk meg, hogy a hőkezelőből (pasztörizálóból) kikerült komposzt alapanyagba a  $MnCl_2$ -oldatot, és a kontrollalapanyaghoz az oldat helyett a vizet egy homogenizáló berendezésben, a komposztra – futószalagra való kerüléskor – finom eloszlátású permetezéssel ellenáramban juttattuk be.

Az üzemi méretben végzett kísérleteink eredményét a  $MnCl_2$ -dal kezelt és kontrolltáptalajon termett értékek összevetését terméshullámonkénti összehasonlításban az 7. ábra mutatja.



7. ábra: Terméshullámonkénti termésátlagok üzemi méretű kísérletünkben

A 2003 áprilisában végzett kísérletünk terméshullámonkénti mérésénél az első kettőnél nagyobb termésmennyiség növekedés történt, a 3.-nál ez jelentősen kisebb mértékű. Ennek véleményünk szerint elsősorban a komposzt anyaga, azaz annak paraméterei (nitrogéntartalma, szén–nitrogén aránya stb.) lehetett az oka.

Az üzemi méretben végzett kísérletünk is sikeresnek bizonyult, mert a kontrolltáptalajon 24,2 kg, a mangán-kloriddal kezelt 27,1 kg csiperkegomba termett 100–100 kg táptalajra vonatkoztatva. Tehát nagyüzemi termesztésnél a termésnövekedés 11 %-os volt.

Kísérleteinkről elmondható, hogy a  $MnCl_2$ -dal kezelt táptalaj gombafovalakkal való átszövetése gyorsabban következett be, intenzívebb volt a 14. napra, mint a kontrolltáptalajnál. A termesztő helyiségben minden kezelés azonosan történt a kontroll- és a kísérleti táptalajon. Nem volt különbség a termesztő helyiség bal vagy jobb oldaláról szedett gombák tönkmérője, kalapjának nagysága, színe, alakja stb. között. Szemből nézve a gombapince bal oldalán a mangán-só nélküli (kontroll), a jobb oldalán a  $MnCl_2$ -dal kezelt táptalajt helyeztük el. A 8. ábra (fénykép) a termést kezdeti állapotban mutatja be.



$\longleftrightarrow$   
 $\text{Mn}^{2+}$  nélkül       $\text{Mn}^{2+}$ -nal kezelt

8. ábra (fénykép): A kontroll- és a  $\text{MnCl}_2$ -dal kezelt táptalajon termesztett gomba a termés megindulásakor

### Következtetések

1. A mangán(II)-kloriddal kezelt táptalajon termesztett gomba mért mikroelem értékei (Cd, Pb, Ni, Cu, Fe, Mn, Al, Cr, Zn) gyakorlatilag megegyeznek a kezeletlen táptalajon termett gombáéval.
2. A mangánsó táptalajba juttatása ellenére sem növekszik a gombában a mangántartalom, ez minden esetben 4,0–5,5 mg/kg érték. Megállapítható tehát, hogy a gombatermőtestben a mangán koncentráció stabil érték.
3. A mangán terménynövelő hatását a szalma (lignin) lebontásában, azaz a hozzáférhető szénforrás növelésével látjuk igazoltnak.
4. Az egyéb mikroelemeket azért vizsgáltuk, mert azok környezetvédelmi, illetve nyomelem ellátottsági szempontból fontosak a gombatermesztésben. Ezzel arra kívántunk rámutatni, hogy a nagy mennyiségű mangán(II)-kínálat nem szorít ki más esszenciális nyomelemeket (a vas-tartalom még mintegy 10%-kal csökkent is), illetve nincs olyan hatása, mely a toxikus elemeket mobilizálná.

**Irodalomjegyzék**

- [1] Jakucs, E.: A gombák szerepe a cellulóz és lignin lebontásában / The role of fungi in degradation of cellulose and lignin. Mikológiai Közlemények (1990) 1-3 13–36.
- [2] Bessenyei, J.: Doktori értekezés. DOTE, Debrecen (1972)
- [3] Bonnen, A. M., L. H. Anton & A. B. Orth: Lignin-Degrading Enzymes of the Commercial Button Mushroom, *Agaricus bisporus* Appl. and Environ. Microbiology (1994) 60 960–965.
- [4] Eriksson, K. E.: Enzyme mechanisms involved in cellulose hydrolysis by the rot fungus *Sporotrichum pulverulentum*. Biotechnol. Bioeng. (1987) 20 317–332.
- [5] Vetter, J.: *Agaricus* és *Pleurotus* fajok ásványi elem tartalma/Mineral elements content of *Agaricus* and *Pleurotus* spp. Mikológiai Közlemények (1988) 3 189–197.
- [6] Lelley, J., A. Janssen.: Untersuchungen über Substrataufwertung im Austernpilzbau/Investigations in Supplementation of the Oyster Mushroom Substrate./In: Mitteil. der Versuchsanstalt für Pilzbau der Landwirtschaftskammer Rheinland (1993) 16 49–57.
- [7] László Rácz, Gábor Tasnádi: Examination of the effect of the addition of manganese to substrates of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). Acta Horticulturae (1998) 469 463–471.
- [8] Durrant, A. J., D. A. Wood & R. B. Cain: Lignocellulose biodegradation by *Agaricus* during solid substrate fermentation. J. of General Mikrobiol. (1991) 137 751–755.



## **Spectrophotometric Determination of Free and Labile Iron(II) Concentration in White and Red Wines**

Zoltán Murányi – Vince Oldal

Kémia Tanszék

**Abstract:** On the storage and treatment of wines it is of crucial importance to know as much as possible about the distribution of the total dissolved iron content among its different oxidation forms and their transformation process into one another. The applied method is suitable for the fast and simple determination of the wine's iron(II) content and it offers the possibility to investigate the circumstances of the iron(II) and iron(III) transformations.

### **Introduction**

One of the most significant fields of speciation analysis is food investigation with a special regard on the determination of the quantity of metal compounds which have different toxicities. Wine analyses require an exceptional circumspection, as wine compounds whose estimated number even exceeds ten thousand, form a complex system dissolved in water and alcohol whose equilibrium is permanently changing (Eperjesi et al. 1998).

The greatest number of previous measurements refer to the most examined lead. One of the trends deals with the determination of the especially toxic ethyl and methyl derivatives (Lobinski 1995), the other one deals with the so-called physical speciation (e.g. the separation of coarse disperse-, bound to colloids-, and dissolved lead compounds) (Eschnauer 1996). Similar investigations could easily be extrapolated to metals of crucial importance from the viewpoints of both physiology and enology (Murányi 1998).

The examination of iron distribution by the means of speciation analysis is of great importance from another aspect too. Only a small proportion (3-5 mg/L) out of the total metal content (10-50 mg/L) comes from the grape into the wine in a natural way, the rest might be considered as the result of the



enological technology (Murányi 1997a). Wines with high iron content (above 20 mg/L) show a tendency of precipitation which is a significant quality destroying factor. The above mentioned phenomenon is only caused by the separation of iron(III)-precipitate (Eperjesi et al. 1998). This is the reason why the proportion of iron(II) occurring in wines and the factors which influence their equilibrium are very important for us. Under the circumstances characteristic of wine the greatest amount of the dissolved iron is most likely to be present in the lower oxidation state, dissociated to a high extent. (Eperjesi et al. 1998). On the basis of what is already established, the determination could directly be carried out, by the means of photometry - without enrichment and separation from the matrix, provided that we can find a complex-forming reagent which complies with the following requirements:

- it should selectively form a complex with iron(II)
- the formed complex should be coloured
- the complex should have a high stability under the circumstances occurring in wines.

The well-known 2,2'-dipyridyl used for the determination of iron(II) proved to meet the above requirements, thus its application seemed to be obvious (Murányi 1997b).

## **Experimental part**

### **Sampling and sample preparation**

At speciation a problem of crucial importance is the constancy of the sample between sampling and measurement. It is especially advantageous in this case, that the applied complex-forming reagent maintains unchanged the iron(II), after the addition of 2,2'-dipyridyl its concentration does not decrease (Murányi 1997b).

Samples were taken from a depth of 100 mm under the surface of the liquid through a pipe made of silicone into two plastic bottles. 1 mL of 1% 2,2'-dipyridyl reagent solution was added to 10 mL of wine. Untreated wine sample was also collected. (This second fraction was essential for the determination of the total iron concentration as well as it is reference sample for photometric measurement.) Before further treatments both sample fractions were filtrated.

For the determination of the total iron concentration 25 mL of wine sample was evaporated on a water bath and afterwards it was atmospherically digested with the a mixture of 5 mL of cc nitric acid and 1 mL of 30% hydrogen peroxide solution. (This treatment with nitric acid and hydrogen-

peroxide had in most of the cases to be repeated in order to make the digestion complete.) After the digestion, the samples were dissolved in 0.1 M nitric acid solution and filled to 25 mL in volumetric flasks.

### Measurement parameters

Determination of iron(II) concentration was carried out by means of a Jasco V-530 UV/VIS spectrophotometer named at 522 nm. Reference solution was prepared by the addition of 1 mL abs. alcohol to 10 mL of wine. Calibration solutions (1 mg/L - 25 mg/L) were produced from freshly made iron(II) solution by setting pH value to 3 and the alcohol content to 10%.

The determination of the total iron concentration was carried out with a Pye Unicam SP 192 FAAS instrument at 248.3 nm in acetylene/air flame.

### Results, conclusions

Table 1 shows that the ratio of iron(II) to total iron concentration can be an indicator of the art of wine making (oxidative or reductive).

*Table 1. The ratio of iron(II)- to total iron concentration in wines made with different technologies*

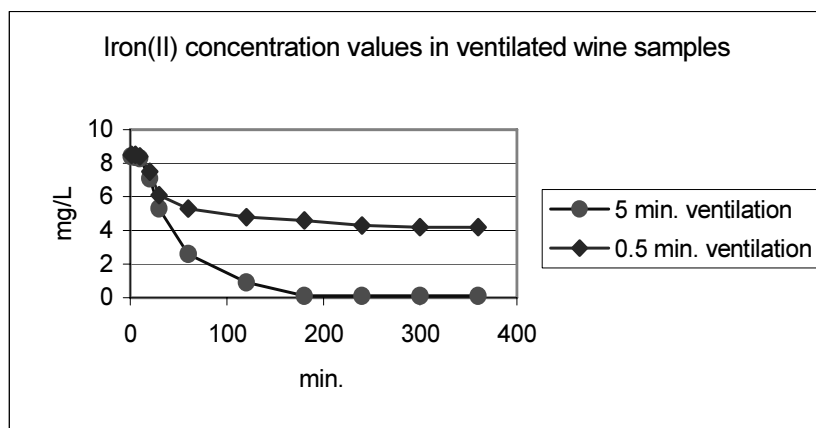
art of samples	Fe(II) (mg/L)		total Fe (mg/L)		Fe(II) (%)	
	min-max	average	min-max	average	min-max	average
Eger wines (reductive) n=10	4.5-12.6	8.3	4.7-13.2	8.6	95-98	96.5
Eger wines (oxidative) n=18	2.8-16.8	10.7	3.2-20	12.4	82-90	85
Tokay wines (oxidative) n=25	5.2-16.6	9.3	7.5-25.8	12.9	46-86	77

The above method seems to be suitable for the investigation of the factors influencing the equilibrium of iron in wines between its two oxidation states. Due to the fact that the system is so complex there is a need to carry out a large number of well-planned and controlled series of measurements.

The previous experiments show the air contact decreases the iron(II) proportion in wines to a great extent. This process has been attempted to be modelled under laboratory circumstances in order to refine the notions concerning the alterations of iron(II) concentration. Investigations have been performed with Zweigelt of Eger wine.

The ventilation of the wines was accomplished in a gaswasher, constant air current was produced with a pump. The duration of this treatment varied between 0.5 and 5 minutes, samples of 4 mL each were taken with an automatic pipette from the treated wine. Iron(II) concentration values in ventilated wine samples are shown in Figure 1.

Figure 1.



After a treatment longer than three or five minutes the concentration curve vs. time does not change to a considerable extent, i.e. this is the approximate time length needed to saturation with oxygen. As it is observable through a ventilation of adequate duration the iron(II) content of wines can totally be transformed into iron(III). This process proved to be completed in three to four hours.

Knowledge of this sort might turn out to be extremely useful to enologists, since these might lend a hand in predicting any changes occurring in wines during ventilation both in short and long run. The proportion of iron(II) and iron(III), on the other hand, is a good indicator of the oxidation state of wines, thus the obtained results may be expected to be successfully applicable in the research of this sort.

## References

1. Eperjesi I.–Kállay M.–Magyar I.: 1998, *Borászat*. (Budapest: Mezőgazda Kiadó)
2. Lobinski R.: 1995, *Analyst*, **120**, 615.

3. Eschnauer H. R.–Scollary G. R.: 1996, Zur Önologie und Ökologie von Blei. *Weinwissenschaft*, **51**, 6–12.
4. Murányi a: Murányi Z.–Papp L.: 1997, ICP-AES metal content analysis of wines made with different technologies. *ACH Modells in Chemistry*, **134** (4), 529–537.
5. Murányi b: Murányi Z.–Papp L.: 1997, Determination of the iron (II) content in wines. (40<sup>th</sup> Hungarian Conference on Spectrochemistry)
6. Murányi Z.–Papp L.: 1998, "Enological" metal speciation analysis. *Microchemical Journal*, **60**, 134–142.

A kötet szerzőinek e-mail címe:

B. Tóth Szabolcs	szabib@ektf.hu
Csutorás Csaba	csuti@ektf.hu
Dobos Anna	dobosa@ektf.hu
Kárász Imre	karasz@ektf.hu
Kiss Attila	attkiss@ektf.hu
Misik Tamás	misikt@ektf.hu
Murányi Zoltán	mzperx@ektf.hu
Oldal Vince	ovieger@ektf.hu
Rácz József	jozsef.racz@koronagomba.hu
Rácz László	rleger@ektf.hu
Ujfaludi László	physics@ektf.hu
Vida József	vidajo@ektf.hu